

el Cacao



IICA
PM-381

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA – IICA



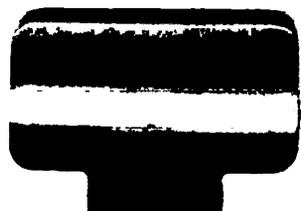
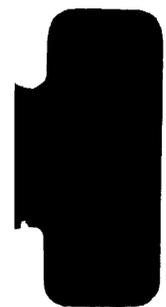
INIA
DGTA

Estación Experimental

“EL RECREO”

1982





Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

Serie Publicación Miscelánea No. 381
ISSN-0534-5391

27 JUL 1983

IICA - CIBIA

el Cacao



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA - IICA



midinra
DGTA

Estación Experimental

"EL RECREO"

1982



IICA
REGLAMENTO Y PROCEDIMIENTO

REGLAMENTO Y PROCEDIMIENTO

IICA

**PM-381 El cacao / [Por] Miguel Malespín . . . [et al]. — Managua :
Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria ; IICA. Fondo Simón Bolívar, 1982.
61 p. — (IICA : Serie de publicaciones misceláneas ; no.
381)**

ISSN 0534-5391

**1. CACAO — CULTIVO. I. Malespín, Miguel. II. Título.
III. Serie.**

AGRIS F00



DEWEY 633.74

~~002515~~

CC000490

El FONDO SIMON BOLIVAR es un fondo multilateral de carácter voluntario, creado para impulsar las actividades del IICA, a fin de que éstas contribuyan a acelerar el desarrollo agrícola y rural de América Latina y El Caribe.

En 1981, con base en un Convenio de Cooperación Técnica MIDINRA (DGTA) —IICA— (F.S.B.), se pone en marcha un Proyecto Fondo Simón Bolívar en Nicaragua para fundamentar los aspectos productivos agrícolas de la región Atlántico-Sur. Esta "Guía Técnica de Producción del Cultivo de Cacao" (*Theobroma cacao*) es una de las 7 guías que se producirán con el objeto de apoyar los aspectos productivos de cultivos como: Hule, Palma Africana, Pijibay, Cacao, Plátano, Piña y Yuca.

Son autores y co-autores de esta obra: Miguel Malespín (Nicaragua), Ingeniero Agrónomo, Responsable del Proyecto de Investigación en Cacao; Damián Chavarría (Nicaragua), Agrónomo del Proyecto Cacao; José Ramón Peralta V. (Nicaragua), M.S. en Cultivos Tropicales, Coordinador Nacional del Proyecto Fondo Simón Bolívar; Gustavo A. Enríquez (Ecuador), Ph.D., Especialista en Cacao —CATIE—; y Romeo Martínez R. (Guatemala), Ph.D., Especialista en Cultivos Tropicales —IICA—, Coordinador y Responsable del Proyecto Fondo Simón Bolívar en Nicaragua.

Contenido

	Página
PREFACIO.....	vii
1. INTRODUCCION.....	9
2. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO.....	10
2.1 Temperatura.....	10
2.2 Precipitación.....	10
2.3 Vientos.....	11
2.4 Humedad relativa.....	11
2.5 Luz y sombra.....	12
2.6 El suelo.....	12
2.7 Zonas ecológicas adecuadas en el país.....	13
3. FENOLOGIA DE LA PLANTA CULTIVADA.....	19
3.1 Fenología de la planta del cacao en Nicaragua.....	25
4. FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO DE UNA UNIDAD DE PRODUCCION (UNIDADES CRONOLOGICAS DE PRODUCCION).....	25
4.1 Establecimiento y manejo de un semillero-vivero.....	25
4.1.1 Ventajas del semillero-vivero.....	27
4.1.2 Características para el establecimiento de un semillero-vivero.....	27
4.1.3 Siembra en el semillero-vivero.....	28
4.1.4 Prácticas culturales del semillero-vivero.....	30
4.2 Establecimiento y manejo de una unidad de producción.....	33
4.2.1 Sombras.....	33
4.2.2 Drenaje del suelo.....	35
4.2.3 Siembra.....	35

4.3	Mantenimiento de la plantación	36
4.3.1	Resiembra	36
4.3.2	Mantenimiento de drenajes superficiales	36
4.3.3	Control de malezas	36
4.3.4	Fertilización	38
4.3.5	La poda	38
4.3.6	Regulación de sombra	40
4.3.7	Plagas del cacao	40
4.3.8	Enfermedades del cacao	41
5.	BENEFICIADO DEL CACAO	48
5.1	Cosecha	48
5.2	Fermentación	49
5.3	Secado	51
5.4	Calidad del cacao	53
5.5	Almacenamiento	55
6.	APENDICE: COSTOS DE PRODUCCION; VIVERO Y PLANTACIONES NUEVAS	56

Prefacio

La Estación Experimental "El Recreo" forma parte de la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (D.G.T.A.), del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA). Es una de las dos Estaciones Experimentales establecidas en la zona tropical húmeda de Nicaragua, para generar la tecnología agropecuaria necesaria para el desarrollo de la región.

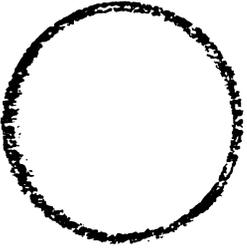
La Estación posee una superficie de 1 100 hectáreas y se localiza a doce (12) kilómetros de Rama, Zelaya Sur; su altura sobre el nivel del mar es de 15 metros.

Su localización geográfica es de 12°7' latitud norte y 84°24' longitud oeste. La precipitación media anual es de 3 200 a 3 500 milímetros y la temperatura media anual es de 25,4°C.

La clasificación de los suelos de la región de "El Recreo" corresponde a los sub-grupos taxonómicos: Molisoles; Typic haplustolls; Alfisoles; Udic haplustalfs + Ultic haplustalfs y Ultic tropudalfs. El tipo de vegetación predominante es selva alta perennifolia de bosque tropical húmedo.

El potencial agropecuario de la zona de influencia de la Estación Experimental "El Recreo" no ha sido todavía bien explotado, pero la vocación de las tierras es netamente de agricultura perenne y bosques tropicales.

—





1. Introducción

El cacao es una planta que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Esterculiaceas, género Theobroma, especie cacao.

Su centro de origen se cree está ubicado en la cuenca del Amazonas (América del Sur), en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú.

Genéticamente los cacaos cultivados se dividen en tres (3) grandes grupos: 1) Los Criollos, supuestamente originarios de la cuenca superior del Amazonas y cuya dispersión se encuentra desde el sur de Colombia al sur de México, formándose los Criollos Centroamericanos y los Criollos Sudamericanos. 2) Los Forasteros Amazónicos que se encuentran principalmente en la Amazonia, y 3) Los Trinitarios, producto de las hibridaciones ocurridas entre el Criollo Sudamericano y el Forastero Amazónico. En la actualidad, la mayoría de los cacaos cultivados corresponden a los tipos Forastero Amazónico y Trinitarios. Los Criollos casi han desaparecido debido a su notoria susceptibilidad a plagas y enfermedades.

En Centroamérica, el cultivo del cacao se realiza desde antes de la llegada de los españoles. En Nicaragua se usaba la semilla como moneda, y su bebida, que consistía en chocolate sin azúcar, era destinada a los caciques o reyes, ya que se consideraba como bebida para Dioses. Por los años de 1870, Nicaragua era el principal productor de cacao en Centroamérica; siendo el Criollo de Nicaragua el de mejor calidad en el mercado mundial.

Actualmente el principal país productor de cacao en Centroamérica es Costa Rica, seguido de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador.

En el período 1979-1980, la producción de cacao seco a nivel Centroamericano fue alrededor de las 12 000 TM/año, de las cuales Costa Rica produjo un 60 por ciento, Guatemala 31 por ciento, Honduras 4 por ciento, Nicaragua 3 por ciento, y El Salvador 3 por ciento.

Este bajo porcentaje de producción para Nicaragua es debido principalmente al mal manejo de las plantaciones y al tipo de cacao sembrado.

Con relación al mercado mundial, para el año 1980, se había previsto un incremento en la tasa de consumo de 2,8 por ciento/año en países desarrollados, 4,4 por ciento/año en países socialistas y 3,8 por ciento/año en países sub-desarrollados. Se prevee que esta tasa de consumo siga aumentando debido a la apertura de nuevos mercados en países tradicionalmente no consumidores; esto permitiría la utilización total de la producción mundial de cacao (1 500 000 TM).

En la actualidad, el país posee un jardín clonal de cacao ubicado en la Estación Experimental "El Recreo". En él se produce semilla híbrida mediante polinizaciones controladas. Se ha estimado para el año 1983, una producción alrededor de las 700 000 semillas con las cuales se podrán implementar proyectos de siembra en el país.

Considerando los precios del cacao en el mercado internacional, y las bondades alimenticias de su almendra, este cultivo podría considerarse como una de las respuestas existentes, para una mejor utilización de los suelos en algunas zonas recomendables para el cultivo en la región Atlántica.

2. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO

En base a su supuesto origen, el cacao es una planta del estrato bajo de los bosques húmedos tropicales en donde el clima es cálido y húmedo durante casi todo el año. Su zona de cultivo es bastante restringida limitándose a una área próxima al Ecuador terrestre a límites de 20° aproximadamente, tanto al norte como al sur de la línea equinoccial.

La temperatura del aire y la precipitación pluvial son considerados como los factores climáticos críticos para su normal desarrollo, sin embargo existen otros factores que se deben considerar, como son: viento, humedad relativa, luz, sombra y el factor ecológico suelo.

2.1 Temperatura:

La magnitud de la temperatura del aire y el grado de sus oscilaciones estacionarias y diarias, influyen sobre varios procesos fisiológicos del cacao, afectando su producción. Los valores más apropiados de la temperatura del aire, para un buen comportamiento del cacao son los siguientes:

- a) El promedio anual no debe ser menor de 21°C
- b) La mínima media diaria no debe ser menor de 15°C
- c) La mínima absoluta no debe ser menor de 10°C
- d) La máxima no debe ser mayor de 30°C
- e) El gradiente térmico para el cultivo es crítico dependiendo de la altura sobre el nivel del mar y de la latitud.

2.2 Precipitación:

Más importante que la pluviosidad promedio anual, lo requerido para un adecuado desarrollo del cacao es una buena distribución del agua durante todo el año, considerando conjuntamente el tipo de suelo en el cual se le cultiva.

La planta de cacao es sensible tanto a la escasez, como al exceso de agua. En el primer caso, la falta de agua induce el cierre de los estomas, y esto repercute en una disminución

de la capacidad de fotosintetizar lo que afecta la producción de la planta, y si la falta de agua es prolongada, conduce a una defoliación severa que puede ocasionar la muerte del vegetal.

En el caso opuesto, una pluviosidad demasiado abundante (más de 3 500 mm/año) favorece la erosión del suelo, el desarrollo de enfermedades criptogámicas tales como la pudrición negra de la mazorca (*Phytophthora palmivora*), y en suelos con mal drenaje ocasiona un bloqueo de la respiración y absorción de nutrimentos conduciendo eventualmente a la muerte de la planta.

La cantidad de lluvia adecuada oscila entre 1 500 hasta 3 500 mm por año. Aunque la precipitación se distribuya en todo el año, el cultivo no prospera adecuadamente con menos de 100 mm de precipitación mensual. Por lo tanto, se puede considerar como límite seco para el cultivo la isoyeta de 1 200 mm.

Se estima que en buenos suelos y con una precipitación anual mayor de 1 200 mm, el límite seco es determinado fundamentalmente por la longitud de la estación seca. Se estima que más de tres (3) meses sin agua en la cantidad arriba indicada limita seriamente la producción.

2.3 Vientos:

Los vientos muy fuertes y huracanados ocasionan daños mecánicos a las plantas de cacao. Estos pueden tumbar o quebrar árboles de sombra temporal o permanente, ocasionando daños a las plantas de cacao.

Vientos de escasa velocidad pero persistentes, tienen un efecto desfavorable o secante en el microclima de la plantación, ya que las hojas principalmente, pierden humedad, se secan y mueren.

En lugares donde es frecuente la presencia de vientos fuertes se deben utilizar cortinas rompevientos, eligiendo preferiblemente árboles frutales o de madera fina.

Se considera que velocidades del viento de 1m/seg. no son perjudiciales para el cacao, pero velocidades superiores a 4m/seg. pueden ocasionar daños graves.

2.4 Humedad relativa:

En los suelos donde es insuficiente el agua utilizable durante los períodos secos, el cacao requiere de una humedad atmosférica elevada, ya que esto permite disminuir riesgos debido a aumentos en la evapotranspiración. Se considera que la humedad relativa no debe ser inferior a un 60 por ciento durante el día sobre todo en la estación seca.

La utilización de rompevientos y un buen mantenimiento de los árboles de sombra permite mantener un microclima con humedad relativa adecuada, aún durante una estación seca rigurosa.

2.5 Luz y Sombra:

El cacao es una planta humbrófila, es decir necesita de la sombra para su desarrollo. Durante los primeros estadios de su crecimiento y para su desarrollo óptimo, el cacao requiere de una sombra que deje pasar aproximadamente el 50 por ciento de la luz total. En plantaciones adultas la cantidad de luz recibida por el cacao debe ser aproximadamente entre un 50-70 por ciento del total. Al eliminar completamente la sombra en cacaotales productores, se observa un rápido incremento del rendimiento, pero la planta pronto se deteriora. Aumenta la incidencia de la muerte regresiva ("die-back") y los ataques de insectos son más severos en la plantación. Experimentos realizados en Costa Rica, demostraron que una hoja al sol alcanza temperaturas con valores de 18 a 20°C por encima de la temperatura del aire. Esto causa un considerable aumento en la transpiración, siendo ésta dos o tres veces mayor en una hoja al sol comparándola con otra a la sombra. La disminución de la sombra en una plantación de cacao por lo tanto, debe ser progresiva, de acuerdo con la densidad de siembra (autosombreadaje) y el desarrollo del cacao, sin llegar a la eliminación total.

2.6 El Suelo:

Los suelos para el cultivo del cacao deben permitir un amplio desarrollo radicular. Normalmente esto estaría dado por la presencia de una capa profunda de suelo arriba de los 100 centímetros, con alta capacidad de retención de agua y con porosidad suficiente para permitir la penetración de raíces, la circulación del aire y la adecuada infiltración y percolación del agua. Es recomendable asimismo, una capa superficial rica en materia orgánica, con un contenido mínimo de un 3,5 por ciento.

La textura de los suelos aptos para el cacao comprende desde suelos arcillosos hasta los franco-arenosos.

Los suelos arenosos, aunque poseen buen espacio poroso para la penetración de raíces, carecen de buena retención de agua lo cual no es recomendado en lugares de período seco marcado. Además son antieconómicos debido a la utilización de dosis altas de fertilizantes, abonos o mulch.

Los suelos que debajo del horizonte húmico acusan color rojo o pardo rojizo, son considerados suelos aptos para el cacao. Los colores rojo, pardo y amarillo denotan oxidación completa del óxido de hierro, por lo cual son indicativos de buena aireación y drenaje. Los colores azul-gris y verde-gris se deben al óxido ferroso, reflejando un mal drenaje.

El cacao puede desarrollarse sobre suelos de reacción muy ácida con pH inferior a 5,0, incluso sobre suelos de reacción muy alcalina, o sea un pH superior a 8,0, pero se considera que un buen suelo para cacao presenta un pH comprendido entre 6,0 y 7,0 con un óptimo de 6,5.

La pendiente que se considera óptima es del 0 al 15 por ciento, pero es aceptable una pendiente que oscile dentro del rango de 15 a 30 por ciento dependiendo de la calidad del suelo.

En las ilustraciones de la Fig. 1 se muestran perfiles de suelo (B,C,D,E) con fragmentos de roca madre, grava ferruginosa y concreciones ferruginosas en cantidades no muy abundantes cerca de la superficie del suelo. Esto no impide la penetración de las raíces del cacao. Por el contrario, la presencia de estos fragmentos de rocas en descomposición dentro de la zona de enraizamiento, es beneficiosa para el cacao ya que suministra bases tales como potasio, calcio, magnesio; fosfatos y, elementos menores.

En los suelos no aptos para cacao (Fig. 2, ilustraciones D, E y F) se presentan tres (3) causas principales que limitan la profundidad de enraizamiento. Estos son: 1) Una capa dura de material primario impermeable, ya sea arcilloso o ferruginoso; 2) Un nivel freático superficial (90 cm de profundidad), y 3) Un perfil de suelo muy reducido. La misma figura (ilustraciones A, B y C), presenta suelos con partículas de arena de 0,2 a 0,5 mm de diámetro que son inapropiadas para el cultivo, a menos que posean buen potencial nutricional y existan lluvias fuertes y continuas.

En la Fig. 3, se presentan diferentes formas de penetración de las raíces pivotantes del cacao. En base al perfil de suelo, las ilustraciones A,B,C y D muestran los suelos considerados como mejores, ya que permiten una mayor penetración de raíces. En las ilustraciones E,F y G se observan obstáculos por capas duras y por nivel freático superficial.

2.7 Zonas Ecológicas adecuadas en el país:

Desde el punto de vista climático, la mayor zona apta para el cultivo del cacao en Nicaragua, se encuentra en la parte Este de la República. Comprende desde el Río San Juan (frontera con Costa Rica) hasta el Río Coco (frontera con Honduras), (Fig. 4). Esta última zona tiene el problema de presentar diversas limitaciones de suelos (infértiles y degradados), producto de la agricultura migratoria o de subsistencia muy generalizada en la misma. Los mejores suelos para el cultivo en la zona se encuentran en montañas o en las vegas de los ríos. Estos últimos son fértiles, con abundante materia orgánica en la capa superficial del suelo.

La zona del Pacífico y Central, sufren por varios meses un déficit hídrico, por lo cual, se recomienda sembrar cacao en partes donde los suelos logren retener alto contenido de humedad, especialmente en el verano, asociando ésto a condiciones adecuadas de sombra y riegos suplementarios. En los Cuadros 1 y 2, se presentan estimaciones expresadas en términos de hectáreas cultivadas de cacao mayor de 3 años y menos de 3 años de edad para el período 1981-1982. Asimismo se presentan los departamentos en que se realiza actualmente la producción del cultivo.

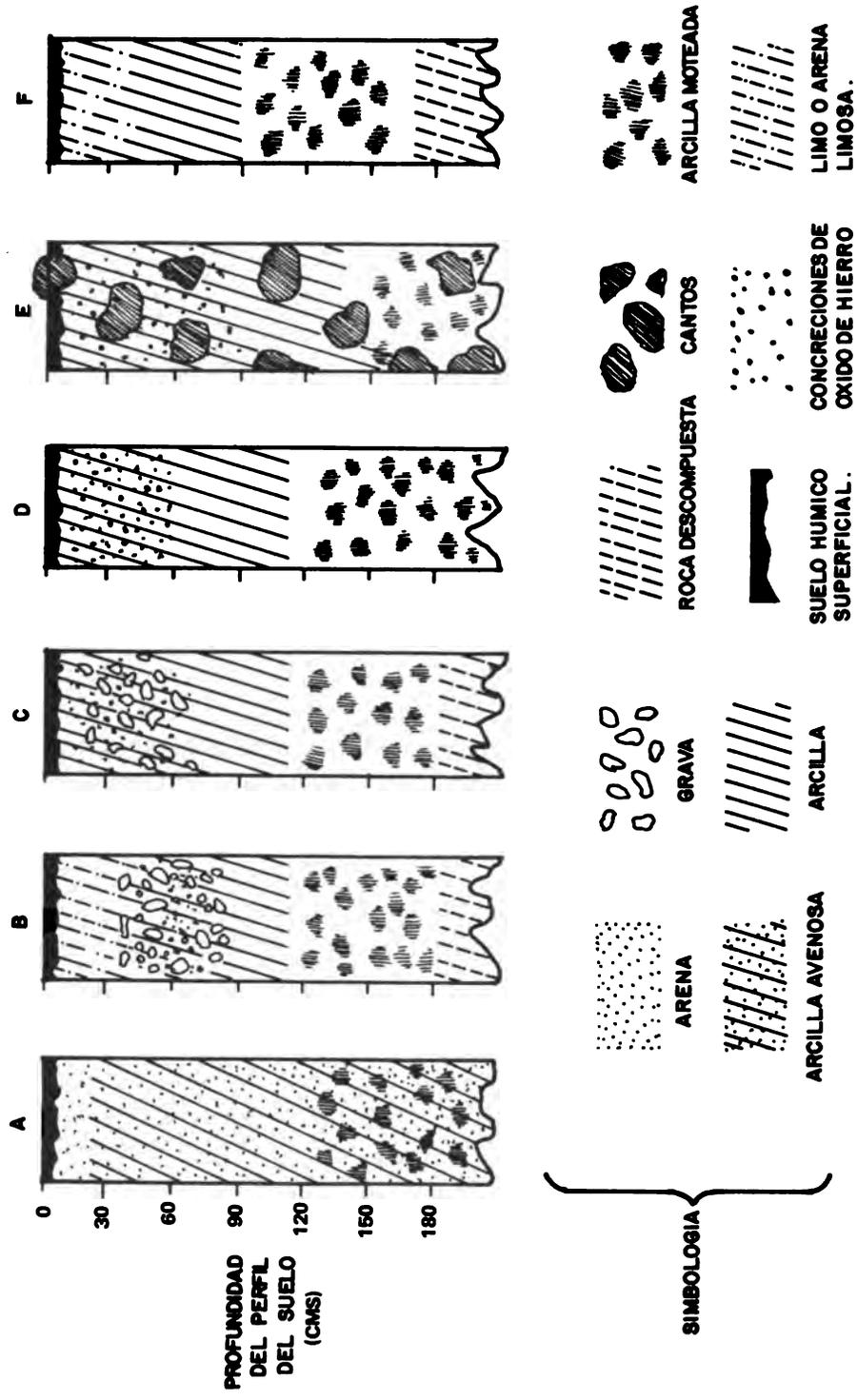


Fig. 1. Perfiles esquemáticos de suelos aptos para cacao (Modificado de Hardy, F., 1961) (Dibujó Marvin H.).

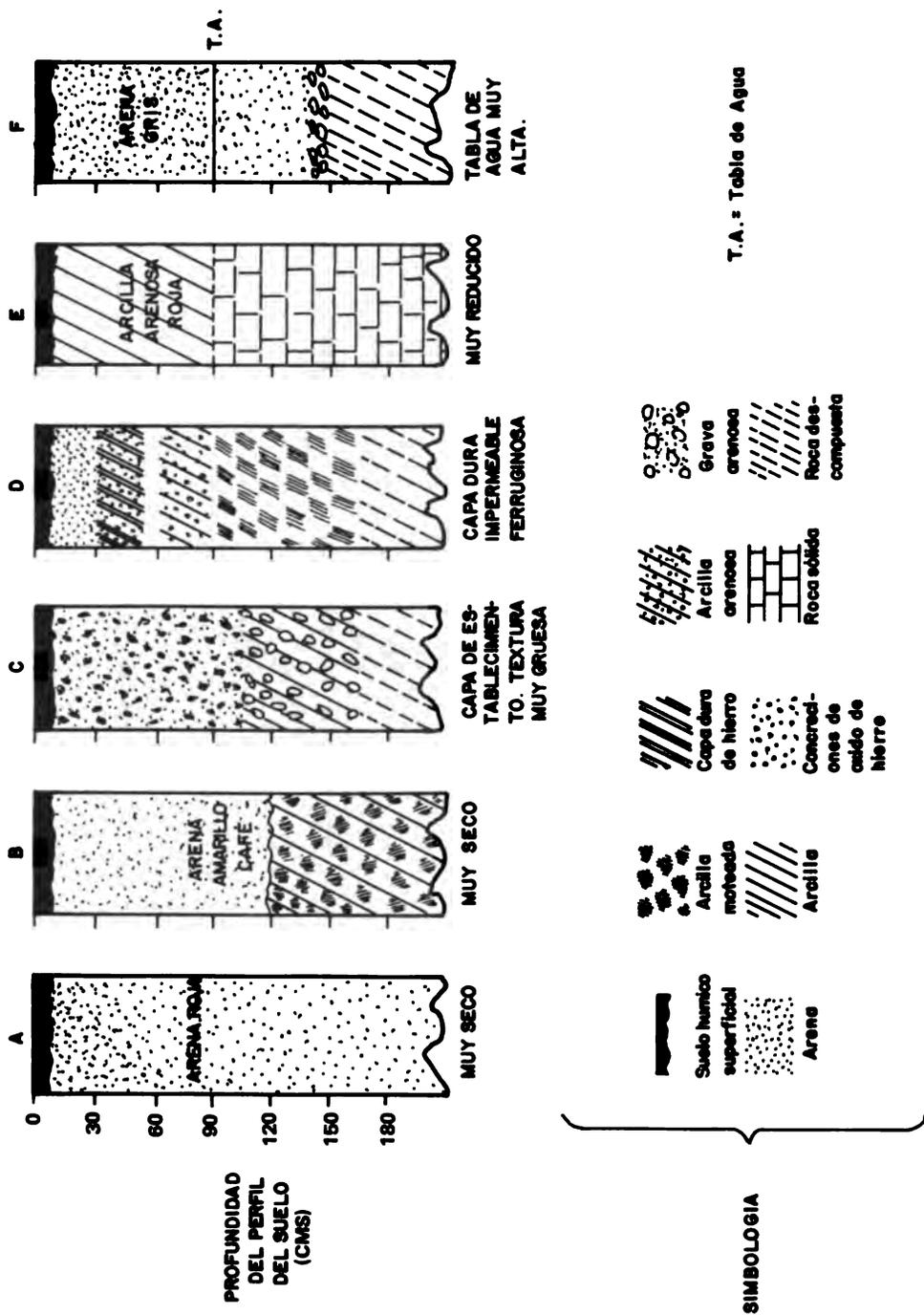


Fig. 2. Perfiles esquemáticos de suelos no aptos y marginales para cacao (Modificado de Hardy, F., 1961) (Dibujó Marvin H.).

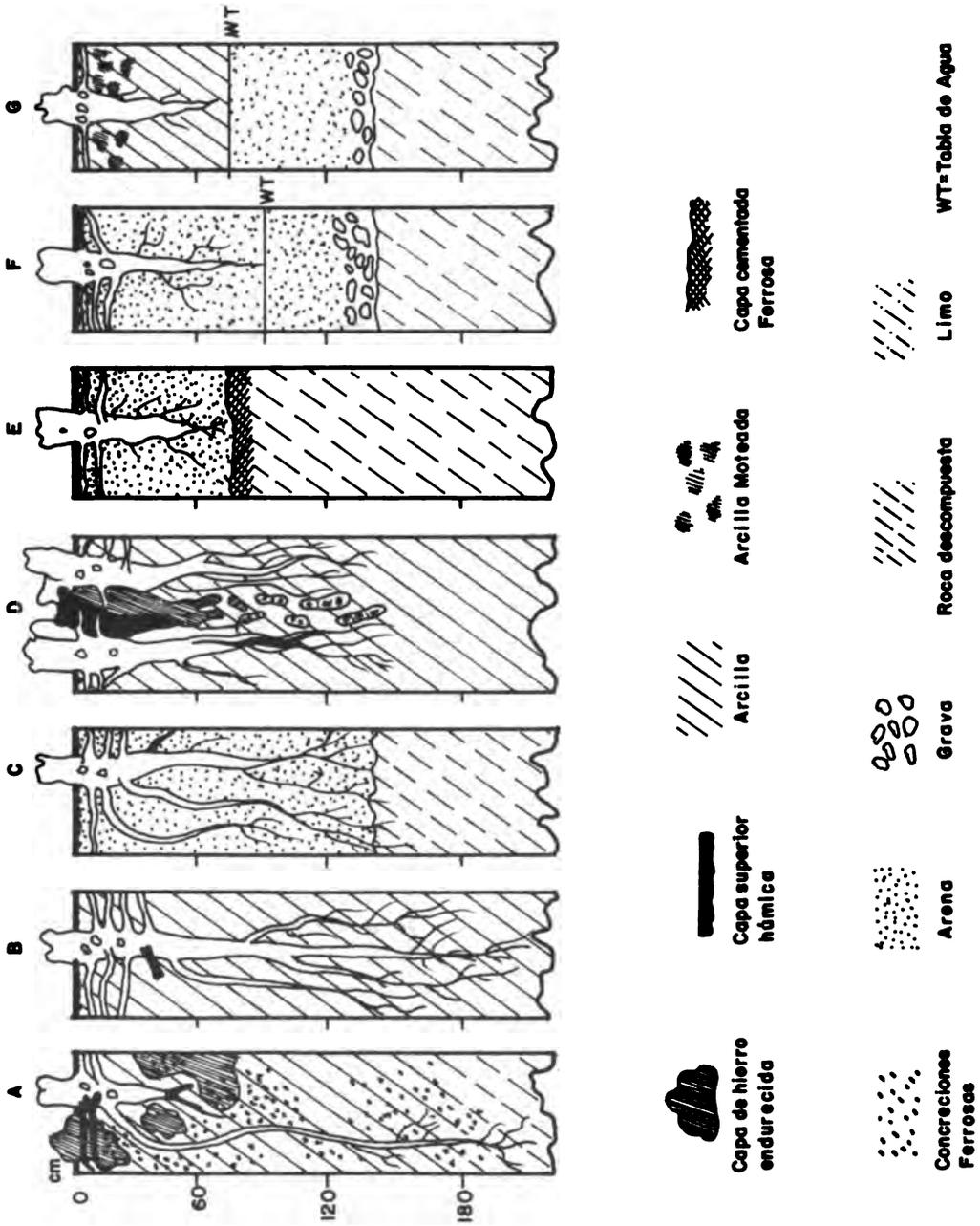


Fig. 3. Sistemas de raíces adultas de cacao asociados con perfiles típicos de suelos (Modificado de Hardy, F., 1961) (Dibujó Marvin H.).

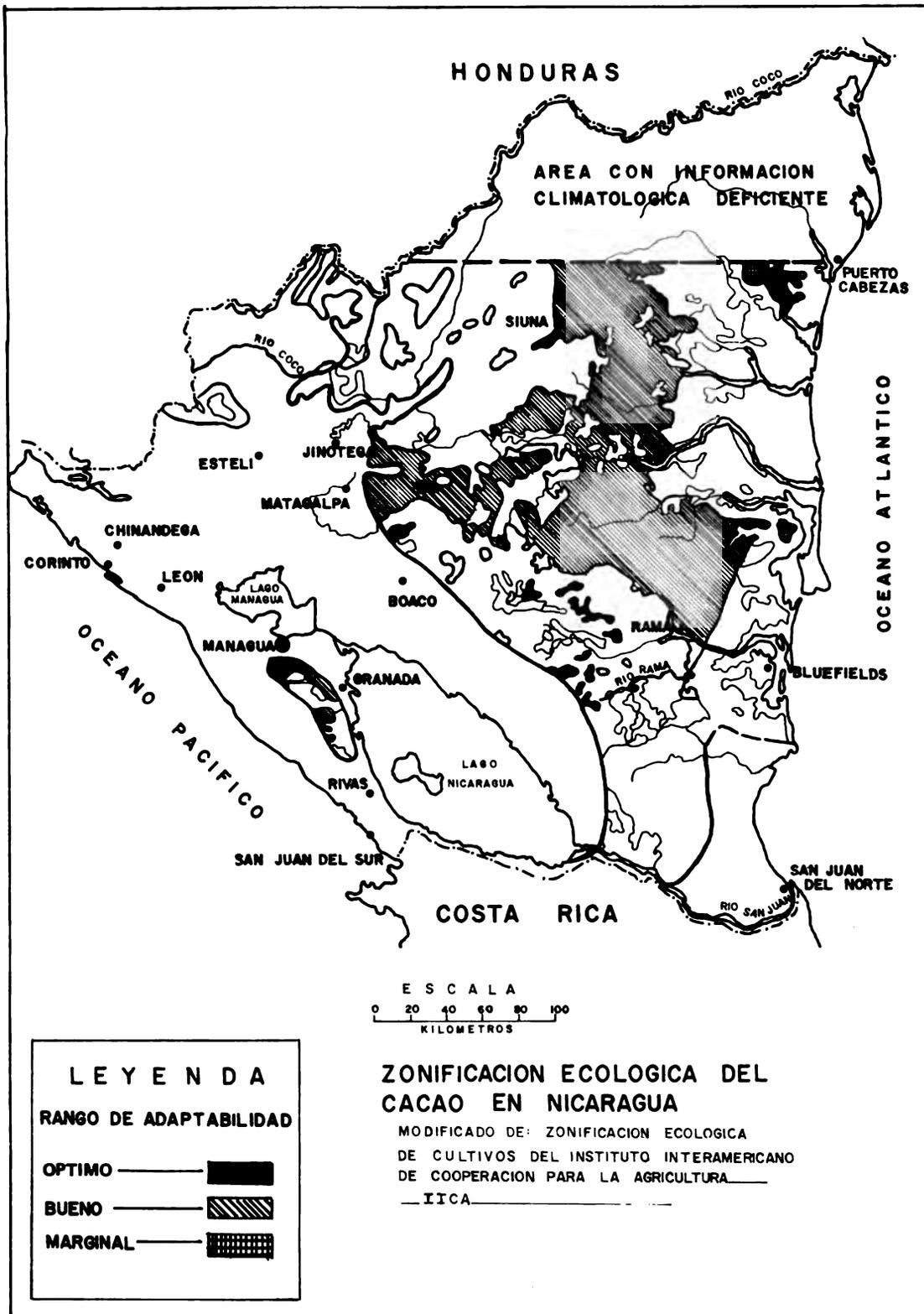


Fig. 4. Zonificación ecológica del cacao en Nicaragua (Modificado de IICA, 1971) (Dibujó Quintana, E.).

Cuadro No. 1 Areas cultivadas de cacao viejo (mayor de 3 años) en Nicaragua (Jiménez, T., 1981).

Departamentos	Hectáreas
1. Río San Juan	711
2. Zelaya	383
3. Boaco	484
4. Rivas	118
5. Matagalpa	152
6. Jinotega	1 195
7. Chontales	50
8. Chinandega	14
9. Granada	28
Total	3 135

Cuadro No. 2 Areas cultivadas de cacao nuevo (menor de 3 años) en Nicaragua*

Departamentos	Hectáreas
1. Río San Juan	127
2. Zelaya	234
3. Rivas	162
4. Matagalpa	27
Total	550

* (Jiménez, T. 1981 y datos de venta de semilla híbrida de la Estación Experimental El Recreo, 1981).

3. FENOLOGIA DE LA PLANTA CULTIVADA

El cacao es una planta que puede alcanzar de 15 a 20 metros de altura, logrando aproximadamente su máximo desarrollo hacia la edad de 30 años.

Su sistema radical consiste en una raíz pivotante de rápido crecimiento y seis series de raíces secundarias laterales de desarrollo horizontal. A la edad de 10 años se considera que ha completado su desarrollo, con una raíz pivotante cuya longitud es de 1 a 2 metros (Fig. 5).

Las plantas, provenientes de semilla, después de la aparición de las hojas cotiledonales, desarrollan una yema terminal de crecimiento ortotrópico con hojas en filotaxia de 3/8.

El tallo, entre los 10 y los 18 meses, completa una fase de su desarrollo, perdiendo su yema terminal y formando un abanico u horqueta que contiene de 3 a 5 ramas de crecimiento plagiotrópico y hojas con filotaxia 1/2. Estas ramas crecen mediante la emisión cíclica de grupos de hojas ("Flushes") (Fig. 6), en respuesta a variaciones ambientales, particularmente variaciones en disponibilidad de agua.

Por debajo de la horqueta se desarrollan unas yemas de crecimiento ortotrópico ("Chupón") con hojas de filotaxia 3/8. Este asciende por encima de la horqueta y desarrolla una segunda horqueta. Un árbol sin podar puede desarrollar hasta diez o más horquetas en forma sucesiva.

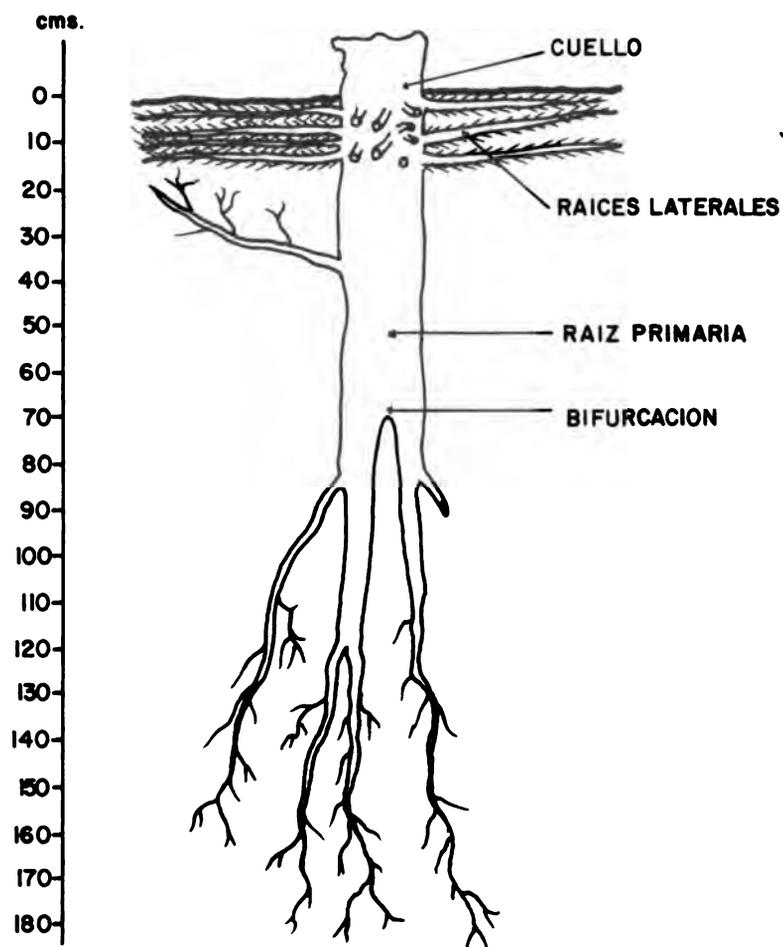
El cacao es "Cauliflor", es decir que forma flores y frutos en el tallo y algunas veces forma flores y frutos en las ramas maduras. El lugar en donde se originan las inflorescencias en el árbol tiene la apariencia de pequeñas prominencias denominadas cojines florales. Cada uno puede contener numerosas flores al mismo tiempo. La disposición de los cojines florales en los troncos y ramas sigue la filotaxia de las hojas, debido a que estos se forman alrededor de la yema axilar de cada hoja.

La flor es hermafrodita, pentámera y sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm, con una constricción en su base. Posee cinco sépalos unidos en su base, de color blanco o rosado. Asimismo presenta pétalos alternos fusionados a los sépalos. Cada pétalo está formado de un capuchón, cogulla o concha, que cubre las anteras del estambre. A la concha está unido un filamento delgado muy fino denominado ribete, incoloro, que se expande al extremo, formando la lígula, de consistencia más carnosa de color amarillento.

Los estambres son cortos, dobles, en número de cinco. Existen además cinco estaminodios o estambres infértiles rodeando el pistilo. Estos son de coloración violeta (Fig. 7).

El Pistilo está formado por un estigma que termina en 5 filamentos unidos, que se separan al madurar la flor. El estilo tubular formado por la fusión de los 5 filamentos y el ovario que tiene 5 carpelos, cada uno puede contener de 5 a 15 ovulos, dando un total de 25 a 75 óvulos.

La forma y disposición de las diferentes partes de la flor del cacao contribuyen a que la polinización sea enteramente entomófila. Las anteras se encuentran cubiertas por las capuchas de los pétalos y el pistilo está rodeado por los estaminodios.



Tomado de : URQUHART, D.H. CACAO. 1963 .

DIBUJO : MARVIN H.

Fig. 5. Representación esquemática del sistema radicular de una planta de cacao de 10 años (Modificado de Urquhart, D. H., 1963) (Dibujó Marvin H.).



Fig. 6. Planta de cacao de 12 meses en la que se evidencia la diferenciación plagiotrópica de la horqueta. Obsérvese el crecimiento lateral de 5 ramas que conformarán la copa del árbol (A) y vista lateral de la horqueta del cacao (B) (R. Martínez).

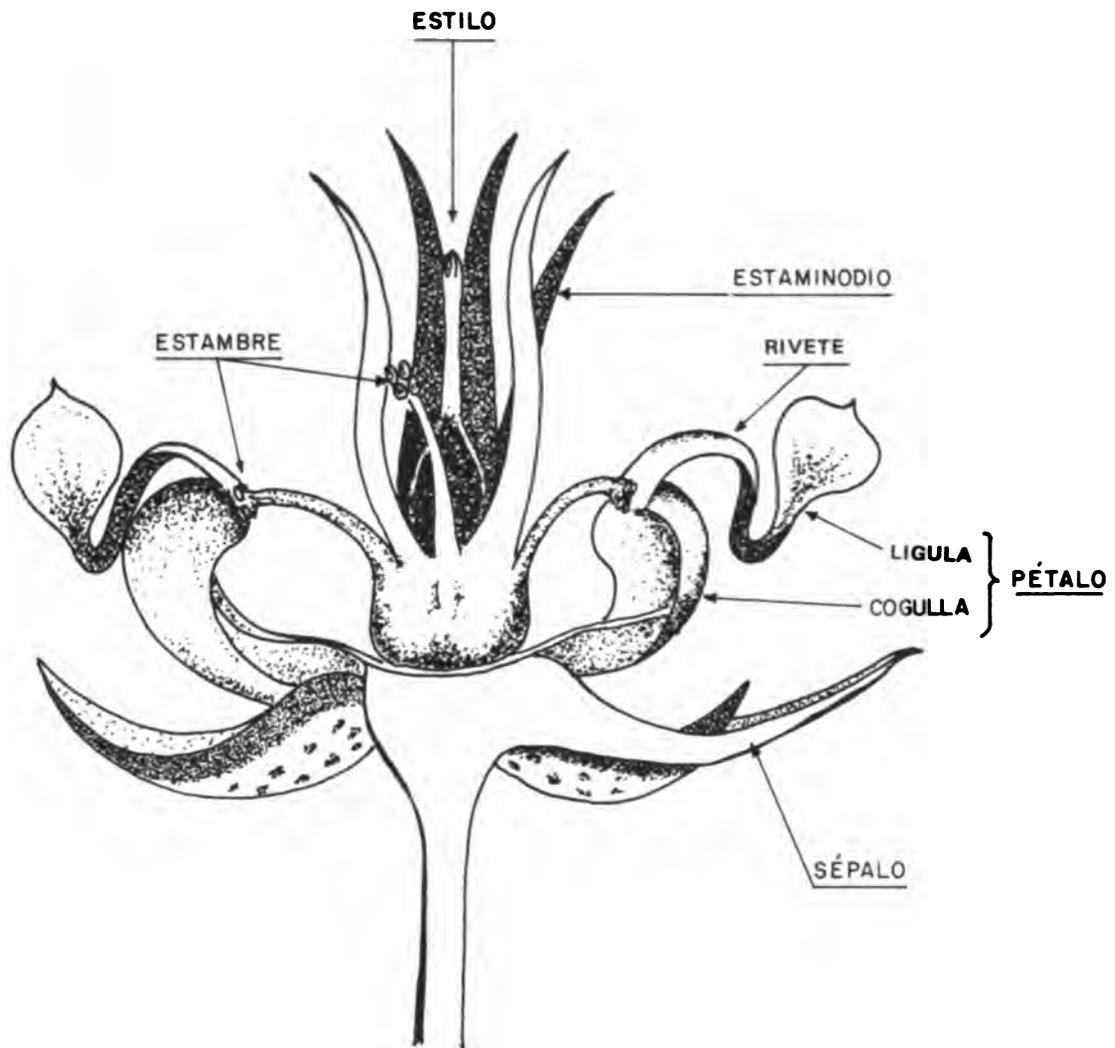


Fig. 7. Representación esquemática de la flor y sus partes de *Theobroma cacao* (Modificado de Brandeau, J., 1970) (Dibujó Marvin H.).

Billes (1941), en Trinidad, descubrió que un mosquito del género *Forcipomyia* poliniza principalmente el cacao. Estos mosquitos son atraídos a la flor por el color púrpura de los estaminodios y de la línea guía de la capucha de los pétalos. Esta suposición de la atracción del insecto a la flor está basada en que la flor del cacao carece de aroma y néctar.

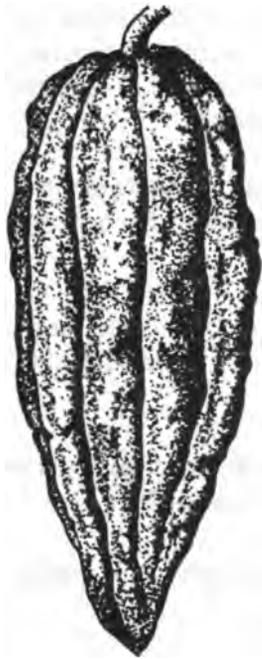
El cacao produce anualmente varios millares de flores, pero gran parte de éstas no son polinizadas y caen al cabo de cuarenta y ocho horas después de la antésis. Se estima que la proporción de estigmas polinizados es alrededor del cinco por ciento.

El fruto es una drupa indehisciente. Cuando maduro presenta cinco hileras de semillas rodeadas de una pulpa mucilaginosa. El número de semillas varía en promedio de 20 a 40, alcanzando un número de 50 en casos excepcionales.

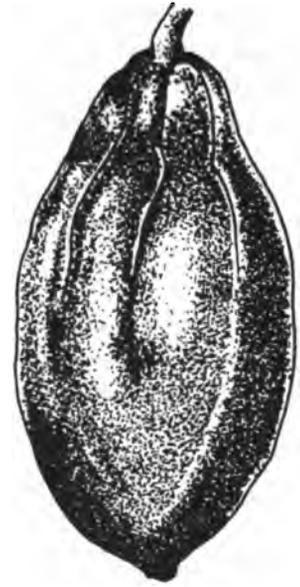
El desarrollo y maduración del fruto abarca un período que oscila entre los 5 y 7 meses. Esto está condicionado principalmente por la temperatura y su naturaleza genética.

Para identificar y describir clones de cacao utilizando los caracteres de la mazorca se utilizan los siguientes criterios:

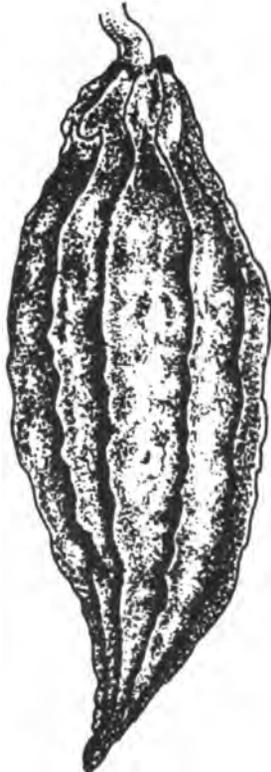
- Color:** antes de la madurez el color de la mazorca puede ser verde, rojo-violeta y verde parcialmente pigmentado de rojo-violeta. Los Forasteros Amazónicos presentan siempre mazorcas verdes; los Criollos y Trinitarios poseen color rojo o verde. Al alcanzar la mazorca su madurez, de color verde pasa a amarillo y el rojo-violeta a anaranjado.
- Tamaño:** Es determinado por su longitud y su diámetro. Este varía entre 10 a 30 cms y de 7 a 12 cms respectivamente.
- Forma:** Está determinada en parte por la relación entre la longitud y el diámetro y por la forma de los extremos. En base a la forma del fruto se distinguen los tipos: Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo (Fig. 8).
- ANGOLETA:** presenta mazorca alargada, puntiaguda en el extremo, base angosta con cuello de botella, surcos muy profundos y superficie muy verrugosa.
- CUNDEAMOR:** presenta mazorca ovalada, puntiaguda en el extremo, base angosta con cuello de botella, surcos profundos y superficie muy verrugosa.
- AMELONADO:** presenta mazorca regularmente ovalada, redondeada en el extremo, con o sin constricción en la base, diámetro inferior a la mitad de la longitud, surcos poco marcados, superficie lisa o suavemente verrugosa.
- CALABACILLO:** presenta mazorca de forma redondeada, de diámetro superior a la mitad de la longitud, de superficie lisa y de surcos poco profundos.



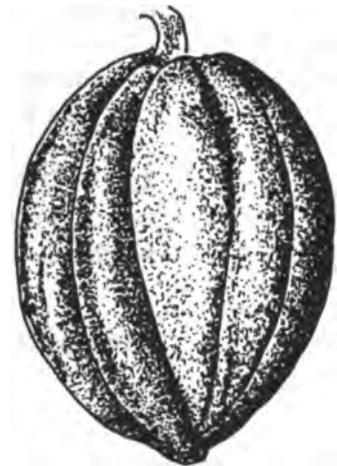
ANGOLETA



AMELONADO



CUNDEAMOR



CALABACILLO

Fig. 8. Principales formas de la mazorca de cacao (Modificado de Brandeau, J., 1970) (Dibujó Marvin H.).

La semilla de cacao no posee albúmen. Presenta forma de haba con una longitud de 2 a 3 cm, cubierta de una pulpa mucilaginoso de sabor ácido y dulce. Debajo del mucílago, la semilla presenta una envoltura delgada de color rosado la cual se encuentra cubriendo los dos cotiledones. Estos son de color blanco en el cacao criollo, de diferentes colores violáceos en los Forasteros Amazónicos y en los Trinitarios se encuentran tonalidades intermedias entre el blanco y el violeta.

3.1 Fenología de la planta del cacao en Nicaragua:

Las relaciones planta-ambiente del cacao en el Atlántico Sur de Nicaragua, tomando como base un estudio fenológico de 4 diferentes clones de cacao, realizado en la Estación Experimental "El Recreo" son las siguientes:

Número de flores: la planta produce flores todo el año, concentrando su floración en ciertas épocas. En el mes de Agosto, el cual es el más lluvioso, con un promedio mensual arriba de los 450 mm y una temperatura media de 26,4°C, se presenta un incremento de la floración llegando a su máximo anual en los meses de octubre y noviembre, siguiendo luego un descenso. En estos meses existe una temperatura media de 25,3°C, con una precipitación promedio mensual de 274,5 y 175,9 mm respectivamente. En el mes de mayo, con una temperatura media de 27,4°C, se produce un pico menor de floración. En este mes la precipitación comienza a ascender, por lo que se estima que ésta influye sobre la floración (Fig. 9), observación que confirma la de otros investigadores.

Número de frutos: su producción se efectúa todo el año. En los meses de marzo y abril se produce el mayor número de frutos (Fig. 9). Se observa que la precipitación en estos dos meses presenta los rangos más bajos de todo el año (41,5 y 60,9 mm respectivamente). Abril es el mes más caliente de todo el año, con un promedio mensual máximo de 32,5°C.

Número de hojas nuevas (brotes): ésta se refiere a la brotación apical de las ramas plagiotrópicas. La mayor brotación ocurre en los meses de junio, septiembre y enero respectivamente, aunque también se presenta brotación en los meses de noviembre, febrero y marzo (Fig. 9). Se observa que las mayores brotaciones ocurren cuando las temperaturas máximas (promedio mensual), sobrepasan los 29°C.

4. FUNDAMENTOS PARA EL MANEJO DE UNA UNIDAD DE PRODUCCION (UNIDADES CRONOLÓGICAS DE PRODUCCION).

Para seleccionar el sitio o zona adecuada para el establecimiento del cultivo se deben considerar varios factores, algunos ya antes expuestos, tales como los factores climáticos y el suelo, factores geográficos tales como la altitud, latitud y por último los factores económicos referentes a la disponibilidad de mano de obra, vías de comunicación y facilidad de acceso al plantío, proximidad a mercados y poblados.

4.1 Establecimiento y manejo de un semillero-vivero:

El cacao puede reproducirse de dos formas: asexualmente y sexualmente. La forma asexual no es muy recomendada en las plantaciones comerciales debido a la técnica

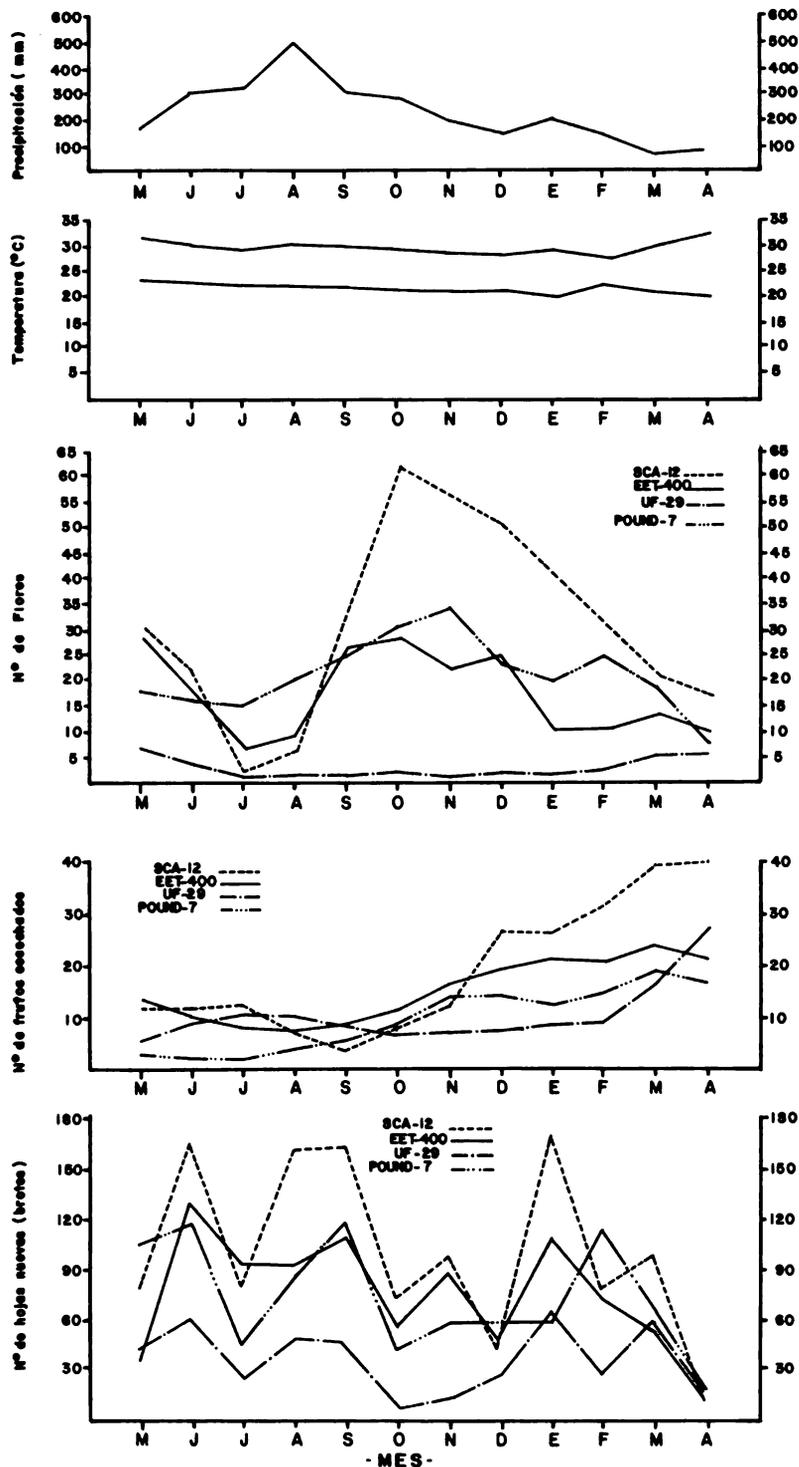


Fig. 9. Comportamiento del cacao en respuesta al medio ambiente en las condiciones de la Estación Experimental "El Recreo" región Atlántico Sur de Nicaragua, con base en datos obtenidos del estudio fenológico de 4 diferentes clones de cacao (Promedio mensual) (Dibujó Marvin H.).

complicada que requiere, pero sí es utilizada por los organismos de investigación, encargados de trabajos de selección y mejoramiento genético. El cacao asexualmente se reproduce por injerto, estaca y acodo.

En la actualidad, en base a muchos trabajos de investigación en el campo del mejoramiento genético y debido al buen comportamiento de árboles híbridos provenientes de los cruces controlados de clones seleccionados (cruce biclonal), se ha intensificado el interés de sembrar semilla híbrida, ya que este avance técnico presenta múltiples ventajas.

4.1.1 Ventajas del semillero-vivero:

- a) Es posible darle buen mantenimiento a las plantitas mientras duren los preparativos del terreno donde se realizará la siembra definitiva. De esta forma, se llevan las plantas bastante desarrolladas y en época favorable al lugar de siembra.
- b) En épocas de sequía es más fácil y económico regar un vivero pequeño que una plantación.
- c) Es más fácil el combate de enfermedades, plagas y malas hierbas en el vivero que en el campo.
- d) El cacao necesita de sombra adecuada en sus primeros estados de desarrollo, y en el vivero es más fácil controlarla que en el campo.
- e) En el vivero es más fácil la selección de plantas fuertes y vigorosas, eliminando las plantas débiles o enfermas. Así se llevan al campo plantas seleccionadas asegurando de esta manera el futuro de la producción de la plantación.

4.1.2 Características para el establecimiento de un semillero-vivero:

- a) El área y ubicación del semillero-vivero, está determinada por el número de hectáreas a sembrar. En áreas grandes conviene hacer varios viveros.
- b) Si la siembra de la semilla en el semillero-vivero es en época seca conviene tener cerca una fuente de agua para los riegos suplementarios y para las aplicaciones de pesticidas.
- c) Deben seleccionarse terrenos preferiblemente con cierta pendiente para favorecer el drenaje superficial; en caso de existir áreas inundadas se procederá a la construcción de drenajes superficiales.
- d) Cuando se dispone de sombra natural, ésta debe proporcionar aproximadamente un 60 por ciento. En caso contrario, se utilizará sombra artificial, formada de diferentes materiales, preferiblemente de la zona, tales como hojas de palma, bambú y fustes de arbustos. Estos deben tener una durabilidad de unos 6 meses.
- e) El semillero-vivero debe cercarse para evitar la entrada de animales.

- f) El viento fuerte ocasiona mucho daño a las plantitas por lo cual es recomendable proporcionar al vivero barreras rompe vientos ya sean éstas de forma natural o construidas artificialmente. Se conoce que una barrera protege de 15 a 20 veces su altura total en sentido longitudinal.

4.1.3 Siembra en el semillero-vivero:

En el semillero-vivero, la siembra se realiza en: a) cajas de germinación, b) eras preparadas para dicho propósito o c) macetas de diferentes orígenes.

- a) Cajas de germinación: pueden ser de madera o concreto. Poseen un estrato de aserrín de 10 cms, sobre suelo suelto con orificios para el drenaje. Son poco profundas, y como el cacao tiene una raíz pivotante bastante larga, no es conveniente dejar las plantitas en las cajas más de 30 días. Las semillas se deben sembrar a una distancia de 3 cm y a una profundidad no mayor de 1 cm.

Deben colocarse de forma horizontal si no ha brotado la radícula. Estas cajas de germinación son de relativa importancia en el caso de que el agricultor reciba la semilla para siembra y no ha preparado con anticipación sus eras o llenado sus bolsas de polietileno.

- b) Eras: son platabandas de suelo suelto, levantadas sobre el nivel del suelo para facilitar el drenaje. El suelo debe de tener una estructura tal que las plántulas puedan arrancarse fácilmente. Debe ser profundo y friable. Para evitar daños por salpicadura en épocas lluviosas se aconseja cubrir la superficie del suelo con una capa de aserrín de cinco centímetros u otro material adecuado. La semilla no debe de enterrarse a más de 1 cm (1/2 pulgada), preferiblemente acostada. Es recomendable realizar la siembra en las primeras horas de la mañana. Si el suelo se encuentra seco, se humedece antes de la siembra. No es recomendable construir las eras en lugares donde anteriormente se hizo siembra de maíz y otros granos. Las eras no deben de tener más de 1,5 m de ancho a fin de facilitar trabajos de siembra, limpieza de malas hierbas y aplicación de agroquímicos. Se recomienda una longitud no mayor de 15 m. Deben estar protegidas del viento y disponer de sombra en aproximadamente un 80 por ciento.

En la Fig. 10 se indican las dimensiones de las eras o platabandas determinándose también la altura de una sombra artificial.

- c) Macetas: en tiempos pasados se usaban diferentes materiales como cáscara de plátanos, abacá (*Musa textilis*), papel asfaltado (para techos) caña de bambú gruesa y papel periódico encerado. En la actualidad se utilizan bolsas de polietileno, que son de más fácil manejo.

El tamaño adecuado de las bolsas varía de 15 x 25 cm (6 x 10 pulgadas) hasta 20 x 25 cm (8 x 10 pulgadas) con perforaciones en los costados y base y, con fuelle.

Se recomienda que el semillero-vivero, siempre que se pueda, se realice en bolsas de polietileno con el fin de evitar daños a las raíces de las plántulas por efecto del transporte (Fig. 11).

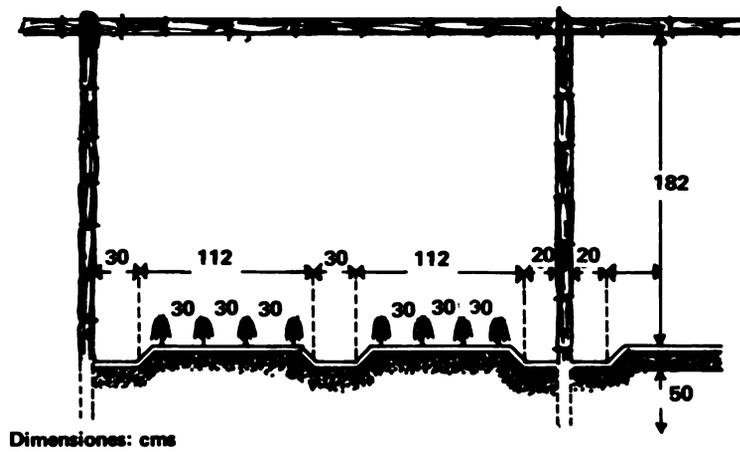


Fig. 10. Representación esquemática de una era para cacao (Modificado de Hardy, F., 1961) (Dibujó Marvin H.).



Fig. 11. Semillero-Vivero en bolsas de polietileno de cinco meses de edad, en la Estación Experimental "El Recreo". Obsérvese que la sombra artificial ha sido retirada por acercarse la fecha de siembra definitiva (R. Martínez).

Cuando las semillas no presentan radícula brotada deben sembrarse horizontalmente (acostadas) en el centro de la bolsa a una profundidad de 1 cm. Si la semilla presenta radícula brotada o se está realizando un transplante a las bolsas de polietileno, se debe tener el cuidado de colocar la raíz perpendicularmente a la superficie del suelo, no importando la posición en que quede finalmente la semilla (Fig. 12).

Se recomienda depositar sobre el suelo de la bolsa en que se sembró la semilla una capa de aserrín (previamente cocido) de aproximadamente 2.5 cm de espesor (1 pulgada). Las bolsas deben llenarse preferiblemente con suelo rico en materia orgánica (se encuentra generalmente en las vegas de los ríos).

El suelo puede prepararse utilizando la siguiente mezcla: 7 paladas de suelo, 3 paladas de arena y 3 cucharadas de fertilizante 10-30-10. El llenado de las bolsas debe ser cuidadosamente realizado. Es indispensable llenarlas por partes, compactando ligeramente el suelo en forma sucesiva. Debe dedicarse especial atención a llenar firmemente en sus bordes superiores las bolsas para que éstas no pierdan su forma. Una vez realizado el llenado de bolsas se procederá a la desinfección de la mezcla de suelo utilizando fungicidas a base de P.C.N.B. tales como Terraclor y Brassicol, en dosis de 1 a 2 gramos por bolsa, humedeciendo luego el suelo para la infiltración del fungicida.

Se recomienda después de la aplicación del fungicida dejar pasar un lapso de tiempo de 2 semanas, para luego sembrar la semilla. El tiempo que permanecen las plantas en el vivero depende del tamaño de la bolsa. El intervalo de tiempo puede variar entre 4 a 6 meses.

4.1.4 Prácticas culturales del semillero-vivero:

Control de malas hierbas: para evitar competencia por luz, agua y nutrientes, se recomienda un control manual de malas hierbas cada semana. No se debe utilizar ningún tipo de herbicidas. Un sombreado adecuado complementa el control de malezas manual.

Fertilización: es poco lo que se conoce referente a la fertilización en viveros de cacao; se recomienda mensualmente aplicar cinco gramos de un fertilizante completo (12-30-10 ó 15-15-15) por planta en forma circular cerca del borde de la bolsa.

Riegos: en época de verano se recomienda efectuar un riego por las mañanas mojando bien el suelo y la planta.

Sombra: en su inicio el semillero-vivero debe tener un 80 por ciento de sombra, ya sea natural o artificial. Paulatinamente esta sombra deberá disminuirse y un mes antes de pasar las plantas al lugar definitivo se recomienda disminuirla a un 60 por ciento de sombra.

Combate de enfermedades: la marchitez de hojas y tallos en el vivero generalmente es ocasionada por *Phytophthora palmívora*. El hongo presenta mayor ataque en condicio-

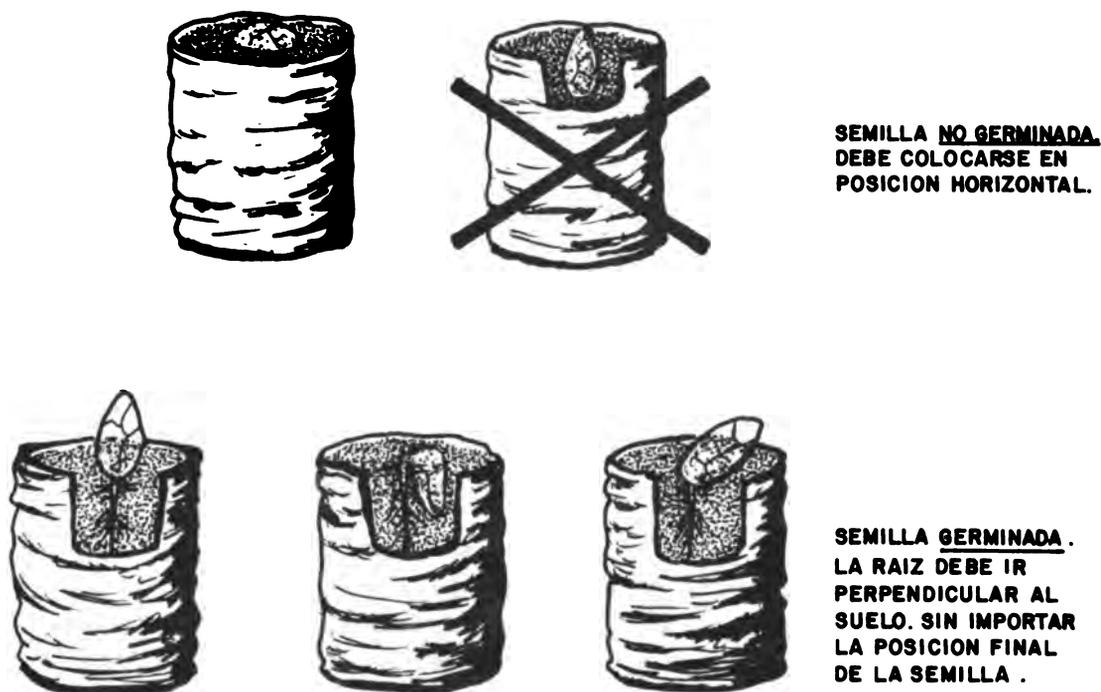


Fig. 12. Técnicas adecuadas de siembra de la semilla de cacao (Modificado de Peralta, J. R., 1980) (Dibujó Marvin H.).

nes de sombra excesiva. El combate químico preventivo se realiza a base de fungicidas cúpricos, como el Oxiclورو de Cobre y Cupravit en dosis de 10 a 16 gr/4 litros de agua más de 2 cc de adherente. Para un mejor combate del patógeno el intervalo de aplicaciones debe realizarse cada 15 días.

La Antracnosis también conocida como "ápice desnudo", es causada por el hongo *Colletotrichum gloesporoides*. Se presenta en viveros poco sombreados y cuando hay mucha lluvia. Ataca a las estípulas y hojas pequeñas provocando la caída de éstas dejando el tallo desnudo. Ataca hojas causando manchas de color café oscuro con un halo amarillento. Se combate regulando sombra y haciendo aplicaciones preventivas o curativas de fungicidas como el Dithane M-45, en dosis de 10 a 20 gr/4 litros de agua más 2 cc de adherente para cubrir aproximadamente 1 200 plantas.

La podredumbre del tallo, causada por *Rhizoctonia* y *Fusarium*, aparece en condiciones de mucha humedad y sombra. Causan estrangulamiento del tallo a nivel de la superficie del suelo. Se combaten con fungicidas aplicados al suelo, como el Terraclor en dosis de 1 a 2 gramos por bolsa.

Combate de plagas: existen insectos que se presentan con relativa frecuencia en viveros. En el Cuadro No. 3 se indica el daño que ocasiona el insecto, su orden, familia y alternativas de combate.

Cuadro No. 3. Plagas del Cacao en etapa de vivero

ORDEN			FAMILIA	ALTERNATIVAS DE COMBATE	DOSIS
Los que consumen raíces	Masticadores	Coleóptera	Scarabaeidae	Volaton 2.5 G o Furadan 5 G	Furadan 5 G (1 a 2 gr/bolsa)
	Masticadores	Coleóptera	Cerambycidae Scolytidae	Thiodan o Furadan 5 G	Malathion EC 57% (20cc/41t de agua) Metasistox-Methyl EC 25% (6cc/41t agua) Metasistox-Methyl EC 50% (3cc/41t agua)
Los que consumen hojas	Masticadores	Coleóptera	Crisomelidae	Thiodan	Thiodan 50% WP (4.8gr/41t agua)
	Masticadores	Lepidóptera	Noctuidae	Malathion	Volaton 2.5G (1 a 2gr/bolsa)
	Masticadores	Lepidóptera	Pyralidae	Metasistox-R	Keithane 35% WP (6.4gr/41t agua)
	Masticadores	Himenóptera	Stenomidae	Metasistox-R	
	Masticadores	Himenóptera	Formicidae	Malathion	
	Masticadores	Himenóptera	Apidae	Malathion	
	Masticadores	Himenóptera	Alphidae	Metasistox-R	
	Masticadores	Himenóptera	Thysanóptera (thrips)	Keithane	
	Masticadores	Acarina	Tetranychidae		
	Masticadores	Acarina	Tetranychidae		

Plaga Nocturna.
Aparece especialmente cuando se hace un vivero en suelo antes cultivado por gramíneas. Escarabajos de color café de tamaño medio a grande. (Phyllophaga), (Agriotes), (Anomala).

El ataque de estas especies puede matar plantas menores de 1 año de edad. La hembra raspa la corteza tierna de la parte terminal y ahí oviposita.

Abejones de ambrosía; de antenas cortas de color café-rojizo y negras. Ciclo de vida 1 mes (Xyleborus ferrugineus)

(son de muchos colores, a menudo brillantes o con patrones de manchas o rayas en los élitros, son plagas nocturnas.

(Orugas defoladoras y cortadoras, atacan plantas pequeñas, son nocturnas, se esconden en el suelo y causan daño severo (Agrotis y Spodoptera).

Enrolladores de hojas; son de color verde a rojizo claro y forma alargada. A veces unen las hojas con otras.

Las larvas son esqueletizadoras de hojas (mudas o viejas).

hormigas corta-hojas (Atta)

abejas pequeñas usualmente negras o café-oscuro, cortan pedazos de los bordes de las hojas, pero no llegan a causar daño económico (Trigona).

viven en la cara inferior, afectan los brotes y hojas nuevas (Afidios).

Atacan en condiciones de poca sombra, el adulto oviposita en el envés de las hojas; debido a las numerosas picaduras causan manchas necróticas (thrips).

araña roja, diminutos, color café rojizo, se encuentran en el envés de la hoja, atacan brotes, causan manchas amarillas o café. Causan atrofia, malformación y defoliación de los brotes terminales.

4.2 Establecimiento y manejo de una unidad de producción:

Después de haber seleccionado el sitio de siembra, haber realizado análisis de suelo, y tomar en consideración los factores ecológicos y económicos, se procederá a la preparación del terreno para siembra.

Pueden encontrarse varios tipos de vegetación:

Montaña: generalmente se encuentran suelos con buena estructura y abundante materia orgánica en la capa superficial del suelo. Las labores de preparación del terreno son: socola baja (seleccionando árboles para sombra preferiblemente leguminosas), volteo, destronque, trazado, hoyado y siembra.

Tacotal: se efectúa una selección de árboles para sombra temporal o permanente. Luego se realiza la socola, trazado, hoyado y siembra.

Potreros: en potreros donde se encuentren buenas características físicas del suelo, se puede sembrar cacao, haciendo buenas prácticas culturales, tales como una buena red de canales de drenaje, sombra sembrada con anticipación a la siembra del cacao, buena fertilización y hoyos para siembra más profundos y anchos.

4.2.1 Sombras:

Es recomendable contar con buena sombra al momento de la siembra del cacao. En terrenos donde no existe sombra, ésta se debe sembrar unos seis meses antes de la siembra del cacao. Existen varios tipos de sombra:

Provisional: es conocida también como sombra baja. Se utiliza cuando la sombra permanente es irregular. Se seleccionan leguminosas de rápido crecimiento como el Gandul (*Cajanus cajan*), *Crotolaria*, Higuera (*Ricinus communis*). Solo en casos excepcionales, se pueden utilizar yuca o maíz, pero éstos causan empobrecimiento del suelo y compiten con el cacao.

Estas plantas de sombra pueden sembrarse a una distancia de 75 cm a 1 m del árbol de cacao en hileras dobles en el sentido del movimiento del sol. Se puede utilizar también sombra artificial haciendo casitas con techo de hojas de palmas o plátanos. Esta última alternativa se utiliza hasta que se desarrolle la sombra temporal (Fig. 13).

Temporal: el cacao requiere sombra desde el momento de la siembra en el campo. Esto se logra utilizando alguna especie que sirva de transición entre la sombra provisional y la sombra permanente. Pueden utilizarse plantas tales como bananos, plátanos, madero negro o ceroncontil (Fig. 14). Las musáceas deben sembrarse preferiblemente entre los 6 a 12 meses antes que el cacao en las calles. La duración de la sombra temporal puede variar de 2 a 5 años.

Permanente: preferiblemente se deben utilizar leguminosas arbóreas como Poró (*Erithrina*), Guabo (*Inga*) y Madero Negro (*Gliricidia*). Es conveniente mezclar en la sombra permanente árboles maderables como Laurel (*Cordia Alliodora*), Roble Sabanero (*Tabebuia*), etc.



Fig. 13. Planta de cacao creciendo bajo sombra artificial provisional construida con materiales locales; "El Recreo" (R. Martínez).



Fig. 14. Jardín clonal de la Estación Experimental "El Recreo" creciendo bajo sombra temporal de Cerontil (*Cassia reticulata*) (R. Martínez).

Con excepción de los Guabos, las leguminosas se propagan fácilmente por estacas. También se pueden utilizar plantas de semilla. Para este fin hay que preparar con suficiente tiempo (6 a 12 meses) un vivero de plantas de sombra.

La distancia de siembra de la sombra varía desde 9 x 9 hasta 15 x 15 m. De la distancia que se seleccione depende el manejo que se le da a la sombra. Como norma general deberán podarse los árboles de sombra permanente una vez por año cuando va terminando la estación seca.

4.2.2 Drenaje del suelo:

Algunas veces la construcción de drenajes superficiales es de vital importancia en la preparación del terreno. Esto favorece la aireación del suelo, mejora la estructura y regula el nivel freático alto, permitiendo un mejor desarrollo de raíces.

Los drenajes son en números y profundidades variables. Pueden ser primarios, secundarios y terciarios. El primario o canal principal, dependiendo del suelo, puede ser de 1 a 4 metros de ancho por 1 a 3 metros de profundidad; los secundarios tendrán la mitad de las dimensiones del primario, y los terciarios son la mitad de los secundarios y ayudarán a extraer el exceso de las aguas estancadas y conducir calmadamente las aguas de las lluvias.

4.2.3 Siembra:

Posterior a las labores de preparación del terreno, se procederá a la siembra de las plantas de cacao. Esta se inicia seleccionando la distancia de siembra. La mejor distancia recomendada hasta el momento es la de 3 x 3 metros a cuadro para plantas híbridas. En base a esto se inicia el alineado y estaquillado. Para esto se puede partir de un punto en el terreno usando el "Método 3-4-5", que consiste en formar un triángulo con un ángulo recto, formando 2 líneas base. Las líneas restantes se trazan en base a estas dos líneas guías iniciales.

Después del estaquillado y caceo, se pasa al hoyado, procurando que el centro del hoyo coincida con el punto donde estuvo la estaca. Normalmente la profundidad del hoyo es del largo de una pala (25 a 30 cm), con un ancho de 20 cm. Es recomendable que las labores de hoyado y sembrado se realicen en suelo húmedo, pero no en exceso.

Una vez realizado el hoyado, se distribuyen las plantitas en el campo cercanas a su respectivo hoyo. Al momento de la siembra se aplica al fondo del hoyo 100 gramos de fertilizante completo de fórmula 12-30-10 ó 10-30-10. Luego se tapa éste con un poco de suelo (unos dos centímetros). Esto se realiza para evitar que las raíces de la planta sufran daños al estar en contacto directo con el fertilizante.

Seguidamente se desprende la bolsa de polietileno y se extrae la planta, depositándose en el centro del hoyo procurando que su tallo quede lo más vertical posible. Posteriormente se termina de llenar el hoyo, compactándolo ligeramente alrededor de la planta.

4.3 Mantenimiento de la plantación:

4.3.1 Resiembra:

Una de las primeras labores de mantenimiento consiste en resembrar las fallas de campo. Se considera que el número de éstas no debe sobrepasar el 5 por ciento y deben efectuarse en el primer año de establecimiento. Deberá efectuarse además la resiembra necesaria de los árboles de sombra temporal y permanente.

4.3.2 Mantenimiento de drenajes superficiales:

Antes del inicio de las lluvias es necesario limpiar el sistema de canales de drenaje de hojarasca y malas hierbas, que normalmente impiden la libre circulación del agua. Si después de establecerse las lluvias, se presenta mucho crecimiento de malas hierbas en los canales, se deberá programar otra limpia en ellos.

4.3.3 Control de malezas:

- Durante los dos primeros años de vida del cacaotal, la eliminación de malezas es una de las labores más necesarias.

Las técnicas de eliminación de malezas son las siguientes:

Sombra: si se mantiene una sombra adecuada en el lugar definitivo de siembra desde antes de sembrar el cacao, se logrará un buen control de malezas. Esto es debido a la poca germinación y crecimiento de las malezas debido a la intercepción de luz por parte de los árboles de sombra.

Mulch o Mantillo: son residuos vegetales (desechos de los árboles de sombra y cacao producto de la poda, residuos de maíz y malezas secas). El mulch impide físicamente el desarrollo de las malezas interceptando además la luz solar.

Cultivos de cobertura: esta práctica generalmente es recomendable en cacaotales jóvenes con poca sombra. Leguminosas perennes como el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) pueden ser sembradas en el área entre líneas, pero tratando de mantener un círculo limpio (rueda) alrededor del árbol de cacao. La cobertura además de controlar malezas, previene la erosión del suelo, mejora las condiciones y el estado nutricional del suelo. Si la siembra es al voleo se utilizan 12 kg/ha, si es en surcos de 50 a 60 cm se utilizan 5 kg/ha.

Técnica mecánica: esta labor se realiza principalmente con machete. Se inicia con un caceo o limpia alrededor del árbol en un círculo de 1 a 1,5 metros de diámetro. Posteriormente se hace el carrileo y chapias. En condiciones adecuadas de sombra, usualmente se requieren de 3 a 4 chapias por año, pero si por el contrario, la sombra es poca, este número puede elevarse hasta 8 chapias por año. Pueden alternarse en el transcurso del año las prácticas mecánicas con el combate químico (Cuadro 4).

Técnica química: después del transplante no es recomendable aplicar herbicidas. Al entrar las lluvias y al rebrote de la maleza se puede aplicar la fórmula: Gramoxone (2 lt)

Cuadro No. 4. Cronología de Actividades para el Manejo de una Unidad de Producción de Cacao, ajustado a la Zona Tropical Húmeda de Zelaya Sur, Nicaragua.

1° AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN											
1° AÑO	Semillero-Vivero: Fertilización completa mensual										
2° AÑO	Primera Aplicación		Segunda Aplicación		Segunda Aplicación	Fertilización al momento de la siembra			Fertilización Completa		
3° AÑO	Primera Aplicación		Segunda Aplicación		Segunda Aplicación		Tercera Aplicación			Cuarta Aplicación	
4° AÑO	Primera Aplicación		Segunda Aplicación		Segunda Aplicación		Tercera Aplicación			Cuarta Aplicación	
PROGRAMA DE PODA DE FORMACION Y MANTENIMIENTO											
1° AÑO	Poda sanitaria en semillero-vivero										
2° AÑO	Poda de Formación de Horqueta (10-16 meses)										
3° AÑO	Poda de mantenimiento y Sanitaria										
4° AÑO	Poda de mantenimiento y Sanitaria										
PROGRAMA DE REGULACION DE SOMBRA PROVISIONAL, TEMPORAL Y PERMANENTE											
1° AÑO	Establecimiento sombra temporal										
2° AÑO	Establecimiento sombra provisional y permanente										
3° AÑO	Regulación sombra permanente										
4° AÑO	Regulación sombra permanente										
PROGRAMA DE CONTROL DE MALEZAS											
1° AÑO	Control mecánico-manual en semillero-vivero										
2° AÑO	Período de control Químico		Período de control Mecánico		Período de control Químico		Período de control Químico		Período de control mecánico		Período de control mecánico
3° AÑO	Período de control Químico		Período de control Químico		Período de control Químico		Período de control Químico		Período de control mecánico		Período de control mecánico
4° AÑO											
ALTERNATIVAS DE COMBATE DE PLAGAS Y ENFERMEDADES											
1° AÑO	Etapa de semillero-vivero										
2° AÑO	Aplicaciones preventivas de fungicidas-insecticidas c/15 días										
3° AÑO	Aplicaciones según la incidencia de Plagas y Enfermedades										
APLICACIONES EN BASE A LA INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES											
APLICACIONES EN BASE A LA INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES											
APLICACIONES EN BASE A LA INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES											
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE DRENAJES											
1° AÑO	Construcción canales de Drenaje										
2° AÑO	Limpieza de canales										
3° AÑO	Limpieza de canales										
4° AÑO	Limpieza de canales										

-Modificado de: Materiales de apoyo técnico del Fondo Simón Bolívar para Nicaragua.

+ Karmex (1 kg) + Tritón CS-7 (250 cc/400 litros por hectárea). El karmex no debe aplicarse más de dos veces al año debido a su notoria residualidad.

4.3.4 Fertilización:

La clase y cantidad de fertilizante a usarse en el cacaotal, dependerá del tipo de suelo, de la cantidad de sombra y de la intensidad de las precipitaciones.

Antes del inicio de la siembra se deben realizar análisis de suelos los cuales reflejarán el nivel de fertilidad que posee el suelo. En los años sucesivos y en base a la respuesta de las plantas, se realizarán análisis de suelo, siendo recomendable al menos uno cada dos o tres años.

Durante el primer año de crecimiento se puede usar la misma fórmula utilizada al momento de la siembra, distribuyendo 400 gramos de fertilizante en 3 ó 4 aplicaciones al suelo. En los años siguientes, la aplicación del fertilizante está dada por análisis de suelo y sus resultados; siendo posible realizar el mismo número e intervalo de aplicaciones que el primer año.

Después del cuarto y quinto año, edad en que se considera que el cacao ha "cerrado" (ha unido sus copas), se debe realizar una adecuada poda o raleo de los árboles de sombra permanente, con el fin de que la planta utilice mejor el fertilizante.

El fertilizante debe aplicarse en un anillo ancho alrededor de cada planta y a una distancia conveniente del tallo (30 cm). Conforme la planta va creciendo, el fertilizante se aplicará en contorno, en el área de goteo (Fig. 15).

Cuando las plantas han sobrepasado los seis años de edad, la fertilización se realiza al voleo, con las fórmulas que sean recomendables según análisis de suelo.

4.3.5 La poda:

En el cultivo del cacao, la poda se hace con el objetivo de eliminar brotes y ramas innecesarias y dar una buena forma al árbol. Esto facilita las labores de cosecha y ayuda a combatir las enfermedades. Existen diferentes tipos de podas:

Poda de Formación: generalmente la poda de formación se da entre los 10 a 16 meses de edad, período de tiempo en que la planta forma la horqueta o ramas de crecimiento plagiotrópico, que originarán la copa del árbol. En esta etapa, la poda de formación consiste en dejar un solo tallo vertical, eliminando los chupones basales. En la horqueta, se seleccionan las ramas vigorosas eliminándose las más delgadas y débiles. Es recomendable dejar como mínimo 3 ramas en la horqueta con el fin de tener un mejor balance espacial en el árbol.

En árboles con horqueta a buena altura (aproximadamente a un metro), siempre debe de eliminarse el chupón que sale por debajo de la horqueta, ya que éste formará una nueva horqueta un poco más arriba, afectando la forma del árbol. Si se estima que el árbol no posee la altura adecuada se deja crecer libremente este chupón, eliminando los demás



Fig. 15. Fertilización en lote comercial de cacao en "El Recreo". Obsérvese el cacao realizado previo a la aplicación (R. Martínez).

chupones del tallo, permitiendo de esta manera el desarrollo de un tallo más largo que formará posteriormente otra horqueta y su copa respectiva.

Poda de mantenimiento: la segunda poda del cacao es la de mantenimiento. Consiste en eliminar chupones, ramillas, ramas cruzadas y muertas. El deschuponado preferiblemente debe realizarse en forma mensual o cada 15 días, logrando de esta manera una mayor efectividad del efecto de la poda. Además así se ocasionan menores lastimaduras a los árboles.

La poda de ramas muertas y cruzadas puede realizarse dos veces al año, preferiblemente durante el verano. Es recomendable no cortar muchas ramas con hojas, ya que esto puede influir sobre la producción de mazorcas. Tanto la poda de formación como la de mantenimiento producen heridas en la planta. Se recomienda aplicar una pasta cicatrizante a base de cobre adicionándole un insecticida y un adherente. Deben de utilizarse preferiblemente tijeras de podar y nunca utilizar machetes. El uso de éstos puede causar desgarraduras que permitan el desarrollo de la enfermedad conocida como "Mal del Machete". Es recomendable al podar ramas muertas, desinfectar las herramientas con cobre o, formalina al 10 por ciento.

Poda sanitaria: se realiza desde la etapa de vivero eliminando hojas y ramas muertas y continúa en la plantación eliminando ramas dañadas por plagas o enfermedades, brotes muertos y frutos enfermos. Como medida sanitaria, todo material enfermo debe ser,

preferiblemente quemado y enterrado.

Poda de rehabilitación: se realiza en plantaciones abandonadas e improductivas, esta poda puede ser:

Parcial: consiste en la eliminación de ramas mal dispuestas o caídas al suelo, ramas enfermas o árboles improductivos. Se deja un 25 por ciento de ramas buenas. Algunas veces se dejan chupones en el tronco de los árboles que fueron eliminados y luego éstos son injertados con yemas de clones productores.

Completa: cuando el material genético es de muy buena calidad y la plantación se encuentra en malas condiciones, se puede proceder con una poda completa. Se deja un tocón de 60 a 80 cm sobre el suelo. Se permite crecer libremente los chupones y se seleccionan luego uno o dos de los más vigorosos que formarán la nueva planta.

Estas podas si son acompañadas de buena fertilización, combate de plagas y enfermedades y malas hierbas, pueden dar buenos resultados.

4.3.6 Regulación de sombra:

La sombra permanente en el cacaotal debe de proporcionar entre un 30 y un 50 por ciento de sombra y esto puede lograrse mediante el raleo y la poda de los respectivos árboles.

Durante el segundo año, se realiza la poda de los árboles de sombra temporal, generalmente entre los meses de octubre y noviembre. A partir del tercer año se podan los árboles de sombra permanente, realizándose dos podas al año entre mayo-junio y octubre y noviembre (Cuadro No. 4).

4.3.7 Plagas del cacao:

Gallina ciega: esta es una plaga nocturna de la familia *Scarabaeidae*. En estado larvario causa daño a las raíces del cacao. Los géneros más comunes son *Phyllophaga* y *Anomala*. En Nicaragua se conoce como plaga de invierno. Los adultos son escarabajos de color café y tamaño mediano a grande. Se combate con Furadán e insecticidas organofosforados como el metasistox-“R”.

Barrenador del tallo: varios coleópteros de familia *Cerambycidae* atacan el tallo del cacao produciéndole galerías. Asimismo, varias especies de escolítidos de los géneros *Xyleborus* y *Xilosandrus* están asociados a la enfermedad conocida como “Mal del Machete”. Se combaten con Thiodan o Furadán. **Crisomélidos:** son escarabajos consumidores de hojas y retoños de varios géneros, incluyendo *Diabrotica* y *Odonata*, presentan colores brillantes y algunas manchas en los elitros. Causan pequeños huecos en las hojas tiernas y lesiones superficiales en los frutos. Se combaten con Malathion y Thiodan en dosis comerciales.

Afidos: de la familia *Aphidae*, el *Toxoptera aurantii* causa mucho daño al cacao, infesta flores y frutas tiernas, y causa enroscamiento de las hojas. Se encuentran siempre acompañado de hormigas, se combate con Thiodan y Malathion (Fig. 16).



Fig. 16. Ataque típico de áfidos en el envés de la hoja (R. Martínez).

Zompopos y hormigas: dentro de la familia *Formicidae*, el que más daño causa es el *Atta cephalote* (zompopo), el cual ataca la planta en grupo numeroso destruyendo gran parte de su follaje. Su daño se reconoce por su corte semi-circular en los bordes de las hojas. Cortan mazorcas pequeñas y flores. Se combate con Mirex o productos homólogos aplicado sobre las "casas" o troneras, o en las cercanías de las mismas.

Chinches: son varios los géneros que atacan al cacao. Sus daños se observan en mazorcas y brotes jóvenes (Fig. 17), tal es el caso del *Monalonion braconoides*. Este causa deformaciones en las mazorcas y sus daños permiten el ingreso de enfermedades como la "Mazorca Negra". En condiciones de poca sombra causa daños severos en los brotes terminales, causando la "muerte regresiva de la planta". Posee enemigos naturales por lo que su combate debe ser cuidadoso para no alterar este equilibrio. Se combate con insecticidas organofosforados en dosis comerciales, cuando se hace indispensable.

Gusanos cortadores: se alimentan de hojas y de brotes tiernos. Su daño se diferencia del que causa el zompopo por el corte intervenal y no en los bordes (Ej. la abeja congo o trigona). Existen microlepidópteros que causan galerías sinuosas en la epidermis del fruto. Se conoce el género *Marmara*. Son muy atacados por sus enemigos naturales por lo cual su control debe ser cuidadoso.

4.3.8 Enfermedades del cacao:

Podredumbre negra de la mazorca: esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora palmívora* (Bult.). Es considerada una de las principales enfermedades



Fig. 17. Daño ocasionado a mazorcas de cacao por *Monilium braconoides* (R. Martínez).

debido a las pérdidas que ocasiona en las plantaciones de cacao. En Nicaragua antes que apareciera la *Monilia* en Río San Juan (San Carlos), era considerada la enfermedad más importante del cacao. La distribución geográfica de la enfermedad es extensa. Causa pérdidas en casi todos los países productores de cacao del mundo.

Los daños se localizan en mazorcas, ramas nuevas, raíces y causa marchitamiento de los chupones. En la mazorca, la infección se produce en cualquier etapa de su desarrollo. Generalmente la infección ocurre en el extremo en donde se encuentra el pedúnculo; inicialmente aparecen manchas pardas-oscuras de forma circular, que luego se extienden por toda la mazorca. Una característica de la enfermedad es que la mazorca presenta un "olor a pescado". El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por la presencia de humedad relativa alta (superior al 95%), temperaturas entre 18 y 20° C y precipitaciones abundantes. Cuando se presentan este tipo de condiciones climáticas, se deben tomar medidas adecuadas para evitar que la enfermedad desarrolle a proporciones epifitóticas (Fig. 18).

Alternativas de combate:

Combate cultural: se realiza mediante la remoción de frutos y partes vegetativas enfermas, los que posteriormente deben ser enterrados. La reducción de los intervalos de cosecha y la poda adecuada de los árboles de cacao y de sombra, reducen los niveles de daños asociados con esta enfermedad.



Fig. 18. Pudrición negra de la mazorca ocasionada por *Phytophthora*. La enfermedad se encuentra en estado avanzado de desarrollo, cubriendo casi la totalidad de la mazorca (R. Martínez).



Combate químico: el combate químico es la medida que se adopta cuando los niveles de daño causados por el patógeno son importantes.

Existen varios fungicidas que aplicados en dosis e intervalos adecuados, minimizan el ataque del patógeno. Entre los más efectivos se encuentran el Benomyl y los de base metálica como los cúpricos y los carbamatos.

Entre los cúpricos se puede mencionar el oxiclورو de cobre (Kocide-101), cuya dosis es de 2 kg/200 lt de agua (4,5 lb/50 gls) más, 100 cc de adherente. Entre los carbamatos, el Difolatán es uno de los más efectivos. Su dosificación adecuada es de 2 kg/200 lt de agua. Conviene alternar estos fungicidas de contacto con uno de efecto sistémico.

Entre los sistémicos el Ridomil 25 wp y el Benomyl son los más usuales.

La dosis más adecuada es de 1 kg/ha.

La frecuencia de aplicación de los fungicidas depende de los niveles de inóculo así como de las condiciones climáticas. Debe procurarse que las aplicaciones sean espaciadas entre 15 y 22 días.

El momento de aplicación de cualquier fungicida debe ser seleccionado adecuadamente. Las épocas pico de floración y fructificación y los comienzos finales de la estación lluviosa son épocas claves en la Estación Experimental "El Recreo".

Cultivares resistentes: la utilización de semilla de siembra con resistencia genética es el método más económico y seguro de combatir la enfermedad de la mazorca negra.

Este criterio se aplica para cualquier otra enfermedad. Desde hace dos décadas se viene trabajando en las Estaciones Experimentales especializadas de los países productores de cacao, en la búsqueda de materiales resistentes. Actualmente se tienen identificados varios clones de origen ecuatoriano, brasileño y costarricense que presentan grados de resistencia a la pudrición negra de la mazorca. Estos materiales son utilizados en el programa de producción de semilla de la Estación Experimental "El Recreo".

Pudrición acuosa de la mazorca: el organismo causal de esta enfermedad es el hongo *Monilia roleri* Cif. y Par. Se presentó a comienzos de siglo en la parte norte de América del Sur, en Ecuador y de ahí se cree pasó a Colombia, Perú, Venezuela, Panamá, Costa Rica y Nicaragua. En nuestro país se presentó en el Departamento de Río San Juan causando pérdidas graves en la producción de cacao en la zona. La enfermedad ataca la mazorca en cualquier etapa de su desarrollo. El hongo puede penetrar en mazorcas pequeñas y desarrollarse en el interior de éstas sin que se presenten síntomas externos. Sin embargo, después de cierto período aparecen los síntomas y los signos característicos de la presencia de la enfermedad. Los síntomas más notorios son: mazorcas tiernas con deformaciones, mazorcas verdes con puntos amarillos, etc. Con el tiempo se forma sobre la mazorca una mancha parda rodeada de una zona de color amarillento. Luego sobre la superficie de esta mancha aparece una especie de felpa blanquesina. Estos son los cuerpos reproductivos (zoosporas) las cuales son diseminadas por el viento y los insectos (Fig. 19).

Alternativas de combate:

Combate cultural: se recomienda cosechar a intervalos cortos, eliminando las mazorcas dañadas de los árboles. Estas mazorcas enfermas deben dejarse en la superficie del suelo.

Por ningún motivo se deben de abrir mazorcas enfermas y dejarlas dentro de la plantación, ya que esto permite una reproducción y diseminación más rápida del hongo.

La poda de mantenimiento de los árboles de cacao y de los árboles de sombra debe ser practicada con regularidad (dos veces/año).

Debe practicarse un buen control de malezas y el drenaje superficial debe ser suficiente para evitar encharcamiento.

El programa de fertilización debe de corresponder a los análisis de suelos.

Los plantíos afectados deben ser revisados cada ocho días.



Fig. 19. Pudrición acuosa de la mazorca causada por *Monilia roleri*. Obsérvense las semillas inutilizadas en la mazorca cortada longitudinalmente (G. Enríquez).

Combate químico:

El combate químico de *Monilia* solo resulta económico en plantaciones que producen en promedio, 1 000 kg/ha de cacao seco. El uso del Clorotalonil a razón de 1.5 kg/ha o, Sulfato de Cobre + Mancozeb 1 kg/ha en aplicaciones semanales durante tres meses a partir de los "picos" de floración, ha resultado efectiva en base a experiencias recientes.

Un combate efectivo de la *Monilia* realizado en Ecuador se ha obtenido asperjando fungicidas en alto y/o bajo volumen. A bajo volumen se utiliza 0.5 kg de Zineb por 4 litros de agua y a razón de 50 litros por hectárea. A alto volumen se utiliza Zineb a razón de 1 kg por 400 litros de agua y 2 500 litros por hectárea, con una aplicación cada 2 semanas, 12 veces durante la época de lluvia.

En la Zona de Zelaya Sur de Nicaragua, la cual se encuentra libre de *Monilia* actualmente, se consideraría un combate sistemático de la enfermedad, tomando en cuenta los meses más lluviosos del año (junio, julio y agosto) y los picos de floración (uno menor en mayo y uno mayor de septiembre y noviembre).

Cultivares resistentes: en Ecuador se han descubierto clones que consistentemente presentan menos número de mazorcas afectadas. Entre ellos se pueden mencionar: EET-233, 296, 381, 382, 387, 406 y el clon "SCA-12" que presenta cierta tolerancia a la enfermedad.

Mal de Machete: esta enfermedad es causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. Eil y Hals.

Aparentemente el cacao de origen Criollo y Trinitario es más susceptible a la enfermedad. Se reportó por primera vez en Ecuador en 1918. Actualmente se encuentra disperso en Colombia, Venezuela, Costa Rica, Nicaragua, México y Trinidad.

La presencia de la enfermedad es asociada con el ataque de insectos del género *Xyleborus*. Estos escolítidos perforan la madera del árbol dañado por la enfermedad, haciendo galerías, y sacando aserrín al exterior, por lo que se cree juegan un papel muy importante en la propagación de la enfermedad.

El daño se presenta en raíces, troncos y ramas. El hongo penetra por heridas ocasionadas por machete u otra herramienta. Casi en la totalidad de los casos, ocasiona la muerte del árbol.

Las hojas se tornan amarillas antes de morir, y permanecen colgando en las ramas del árbol varias semanas después que el árbol ha muerto (Fig. 20).

Alternativas de combate:

Combate cultural: 1) No deben sembrarse áreas muy grandes con un solo cultivar. Deben evitarse las siembras con variedades Criollas. 2) Se debe evitar herir innecesariamente las plantas, especialmente en raíces y tallos, durante las labores de control de malezas. 3) Deben desinfectarse las herramientas usadas en limpias y en poda al pasar de un árbol a otro. Para este fin se utiliza una solución constituida de una parte de formalina en seis partes de agua. 4) Sacar del área de cultivo la planta y ramas afectadas, quemarlas y enterrarlas 5) Realizar un combate adecuado de insectos taladradores del tallo.

Cultivares resistentes: los cultivares 'IMC-67', 'PA-121', 'SPA-9', 'POUND-12', 'EET-399' y 'EET-400' se han destacado como progenitores que transmiten a sus descendientes la resistencia al mal de machete.

Muerte regresiva: esta enfermedad se presenta cuando se combinan condiciones de poca sombra, baja fertilidad del suelo y malos drenajes. Es una enfermedad asociada al ataque de insectos chupadores, en los que se destaca el cápsido *Monalonion*. Estos insectos atacan los brotes terminales causándoles picaduras. Alrededor de éstas se instalan diferentes tipos de hongos tales como: *Colletotrichum gloesporoides* Penz; *Botryodiplodia theobromae* Pat; *Calonectria rigidiuscula* (B. y Bz.) Sacc; y su forma conídica *Fusarium decemcellulare*.

Los hongos penetran en los tejidos conductores de los brotes causando su desecación, avanzan luego por los haces liberoleñosos de las ramas hasta alcanzar el tronco del árbol, causando su muerte.

Alternativas de combate:

Combate cultural: 1) La mayoría de las veces basta la corrección de la sombra en el cacaotal para la recuperación. 2) Podar las partes muertas o enfermas y partes malformadas de la planta. 3) Es necesario corregir las deficiencias nutricionales del suelo. 4)



Fig. 20. Daño típico de la enfermedad conocida como mal de machete. Obsérvense que las hojas primero muestran un color amarillento para luego necrosarse en su totalidad, permaneciendo adheridas al árbol aún después que éste ha muerto (R. Martínez).

La construcción de una red adecuada de drenajes es otro factor que ayuda a disminuir la incidencia de la muerte regresiva.

Combate químico: aparentemente no es necesario hacer aplicaciones de fungicidas para combatir esta enfermedad. En casos extremos se recomienda aplicar un fungicida a base de cobre como el Kocide-101, añadiendo a la mezcla un insecticida a fin de combatir los insectos que construyen la puerta de entrada a los hongos.

Bubas o Agallas: esta enfermedad se encuentra presente en casi todos los países donde se produce cacao. En 1929 se descubrió en Santo Domingo dándosele el nombre de "Agalla Leñosa", en 1940 en Colombia recibe el nombre de "Verruga del Cojín Floral". En 1951 se reporta en Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En Nicaragua se localizó al oeste de la República (Rivas), en donde existían plantaciones de tipo Criollo, causando daños arriba del 25 por ciento en las plantaciones.

Los síntomas de la enfermedad están confinados únicamente a los cojines florales.

Aunque se conocen cinco tipos de bubas diferentes, solamente dos son de importancia: la buba de puntos verdes y la buba floral.

Buba de puntos verdes: esta buba es causada por el hongo *Calonectria rigidiuscula*, el estado imperfecto es *Fusarium decemcellulare*. En Nicaragua se logró aislar el estado conidial de otro *Fusarium*, *Fusarium roseum*, de las agallas florales de los cacaos Criollos.

El cojinete al ser infectado no forma flores, sino que aparecen puntos verdes parecidos a yemas cuyo número aumenta en forma rápida. La buba joven presenta un color verde brillante, tornándose verde pálido al envejecer. Cuando el ataque es prolongado, el árbol no produce, ya que posee bubas en el tronco, ramas principales y ramas menores.

Buba floral: se desconoce el agente causal de la enfermedad. Hay una gran producción de flores normales en la periferia de la buba. Una sola buba puede producir un centenar de flores, pero estas mueren y caen. En ocasiones se encuentra una mazorca en el cojin (Fig. 21).

Alternativas de combate:

Cultivares resistentes: debido a que no se conoce ningún tratamiento curativo a base de agroquímicos, solamente se enfoca su combate a base de resistencia genética.

Actualmente se conoce una fuente de resistencia a las bubas. Esta fuente es el clon UF-29. Otros clones como el UF-242 y el UF-273 presentan resistencia a la buba floral.

Se desconoce la naturaleza de la herencia de la resistencia en esta enfermedad, pero se sabe que los híbridos descendientes de UF-29 han mostrado "tolerancia" a las bubas.

5. BENEFICIADO DEL CACAO

5.1 Cosecha:

Un indicativo para iniciar la cosecha del cacao, es el cambio de color en la mazorca. Las de color verde se tornan amarillas cuando maduran. Las de color rojo se tornan anaranjadas. Evidentemente es importante conocer el momento apropiado de cosecha. Si las mazorcas se sobremaduran, las semillas pueden germinar dentro de la mazorca afectando la calidad del cacao. Similarmente no se deben recolectar mazorcas antes de que alcancen su madurez, debido a que su contenido de azúcar en la pulpa es reducido lo que influye desfavorablemente sobre la fermentación.

Una cosecha con intervalos de 10 a 15 días es recomendable sobre todo en plantaciones grandes para evitar sobremaduración.

Las tijeras de podar son de gran utilidad en la cosecha, ya que son efectivas y no perjudican el cojinete. Si las mazorcas no son accesibles para utilizar las tijeras, se



Fig. 21. Planta híbrida de cacao mostrando fuerte ataque de buba subfloral (G. Enríquez).

utilizan cuchillas de diferentes formas llamadas "chuzas" o "media luna", las cuales se unen a una vara larga (Fig. 22).

Las mazorcas se quiebran en el campo o en el lugar de fermentado. Es conveniente establecer sitios de quiebra en el mismo para facilitar el tratamiento de las conchas y evitar focos de diseminación de patógenos.

En caso de abrirlas en el "Beneficio", las semillas se colocan directamente en los fermentadores. Si es en el campo, las almendras pueden trasladarse al beneficio en cajones de madera o en sacos de nylon o polietileno. La quiebra de las mazorcas puede efectuarse con un mazo de madera, con machete a mano, o bien fijando un machete en dos trozos de madera clavados en el suelo.

Las almendras se extraen de la concha sin la placenta. Las almendras no deben entrar en contacto con metal alguno porque se decoloran poniéndose negras; por esto las cajas de madera que se utilicen no deben construirse con clavos.

Se recomienda no dejar pasar 24 horas o más entre el desgrane y el inicio de su fermentación.

5.2 Fermentación:

Es el proceso por medio del cual se mata el embrión, se limpian las semillas de mucílago y se le da al cacao un buen sabor y aroma. Esto es parcialmente consecuencia de las transformaciones que sufren los azúcares de la pulpa que cubre las semillas.

La fermentación necesita un lugar especial. Este lugar debe ser bien ventilado pero debe estar protegido de las corrientes de aire.

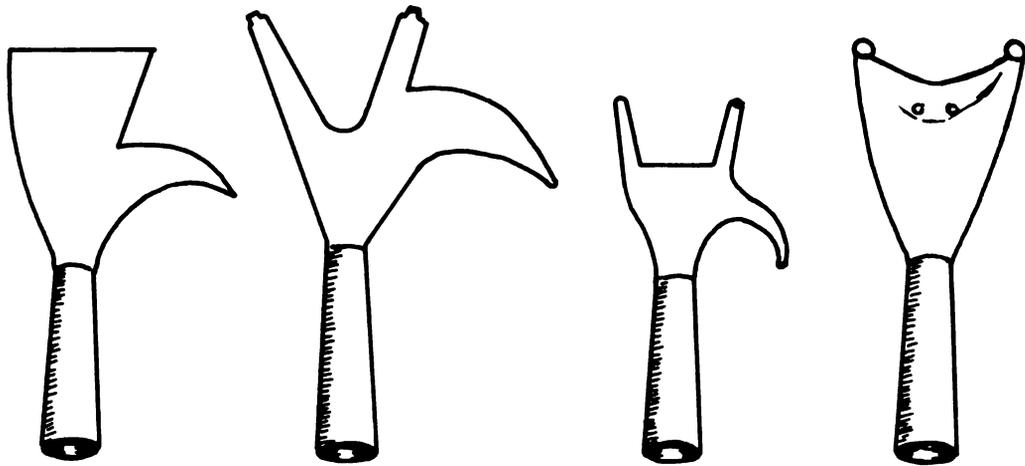


Fig. 22. Herramientas usadas para la cosecha de mazorcas de cacao (Modificado de Enríquez, G., 1982) (Dibujó Marvin H.).

Existen varios métodos de fermentado. Estos varían de país a país y de finca a finca.

En montones: este método es uno de los más frecuentes en las fincas pequeñas. Consiste en amontonar el cacao sobre una superficie de madera con perforaciones para permitir la salida de los jugos producidos en la fermentación. Los montones se tapan con hojas de plátano o con sacos de yute. Para una fermentación uniforme, estos montones se pasan de un lado a otro cada 1 ó 2 días. Las almendras pueden permanecer entre 5 y 8 días en los montones y luego pasar al secado.

En sacos: consiste en recolectar las semillas en sacos de yute o de polietileno y colgarlos. Se cambia de saco cada día y medio o cada dos días. Pueden pasar en los sacos por un período de 4 a 6 días. Se debe de tener el cuidado de que no permanezca el cacao más de 3 días en un saco, ya que esto produce un fermentado deficiente.

Cajas: existen diversas formas y tamaños de cajas, pero estas deben de ser construidas tomando como base la cantidad de almendras que se puedan cosechar en el pico de mayor producción. Estas cajas deben de tener perforaciones en su base para permitir el escurrimiento de los jugos del fermentado. Un metro cúbico contiene aproximadamente 800 kg de cacao húmedo y la profundidad de la capa de cacao a fermentar no debe exceder los 100 cm. Existe un diseño de cajas a desnivel, cuyo número va de 3 a 7. Este diseño facilita el paso de las semillas de una caja a otra, cada uno o dos días. El tiempo de duración de la masa fermentada en las cajas es de 4 a 6 días (Fig. 23).



Fig. 23. Batería de cajones fermentadores de cacao tipo "cajas a desnivel" construidas a 1/3 del tamaño normal (Apoyo Técnico F.S.B.). El desnivel sirve para facilitar el paso de la masa fermentada de un cajón a otro. Las perforaciones en el fondo de cada cajón son para el escurrimiento de los jugos. (R. Martínez).

Método de Rohan y Allison: son bandejas o gavetas de 120 cm de largo x 80 cm de ancho x 10 cm de profundidad. Estas gavetas se apilan una sobre otra (en número de 12) y se rotan diario por 3 días. El fondo de la bandeja lleva rendijas de cinco milímetros de ancho espaciadas cada cinco centímetros. Su construcción debe ser cuidadosa permitiendo una adecuada ventilación entre cada una de las gavetas superpuestas.

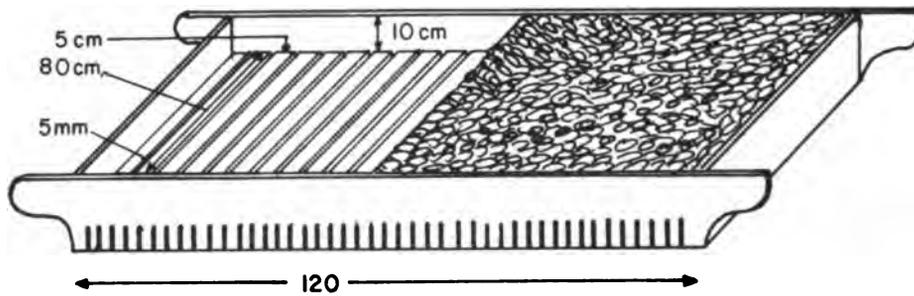
Si se retira la mitad del cacao que tiene cada bandeja cuando esté llena, puede utilizarse directamente para el secado (Fig. 24).

5.3 Secado:

A continuación del fermentado viene el proceso de secado. Sus finalidades son: completar la fase de oxidación de la cura del cacao, y reducir el contenido de humedad del grano hasta el 6 por ciento que es la humedad de almacenamiento.

Un 8 por ciento de humedad en la semilla seca es considerado como el límite crítico para almacenar y comercializar la almendra.

Las semillas que provienen de cualesquiera de los métodos de fermentación, pueden secarse al sol. En países en donde la cosecha coincide con períodos lluviosos o de mucha humedad, se utiliza el secado artificial.



(a)

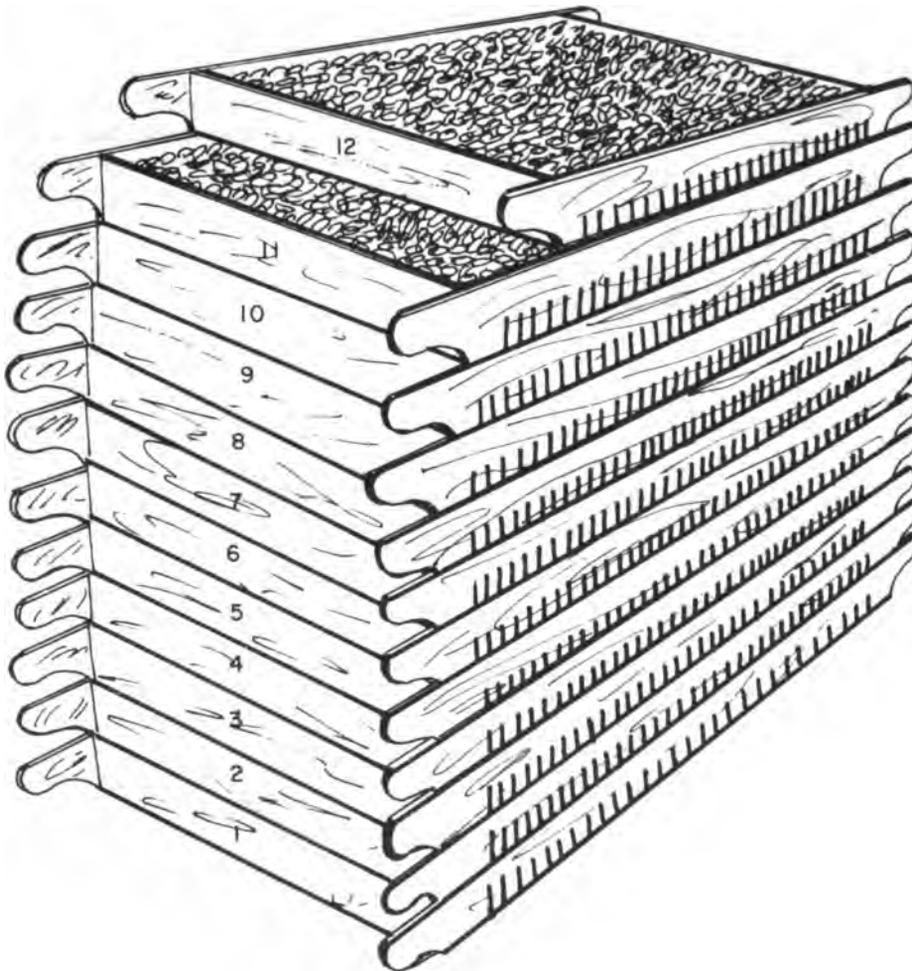


Fig. 24. Diagrama de la bandeja Rohan (a) y pila de fermentación de 12 bandejas (b) cuya posición se invierte diariamente por 3 días (Modificado de Enríquez, G., 1982) (Dibujó Marvin H.).

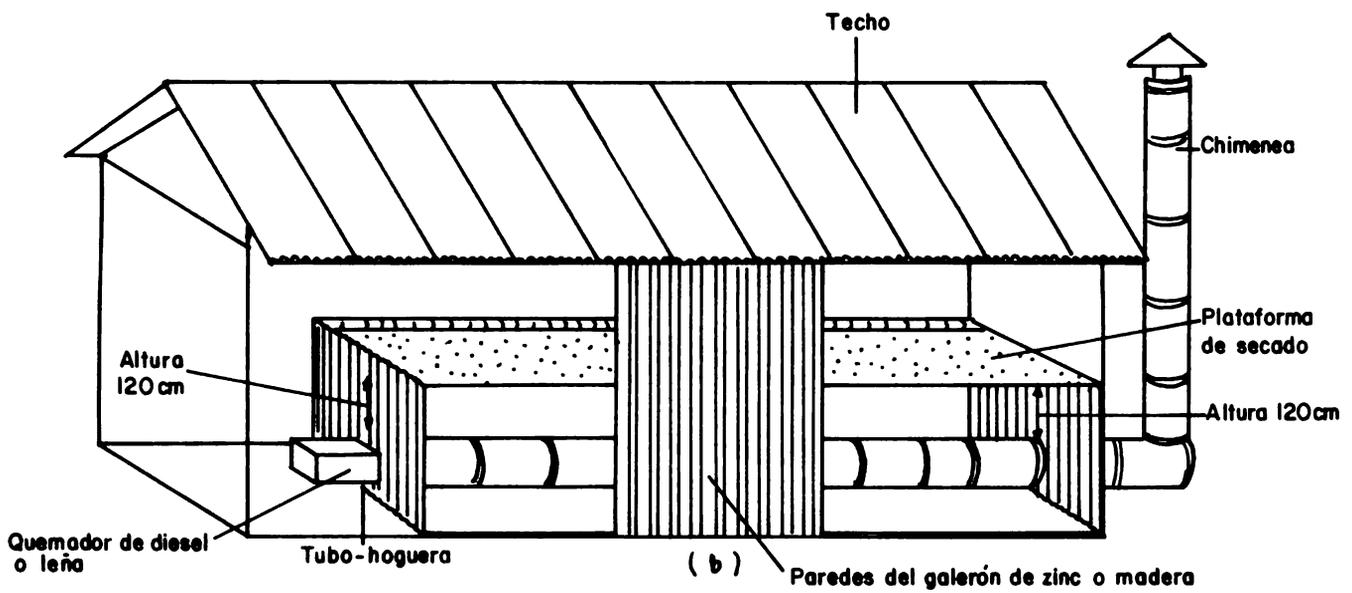
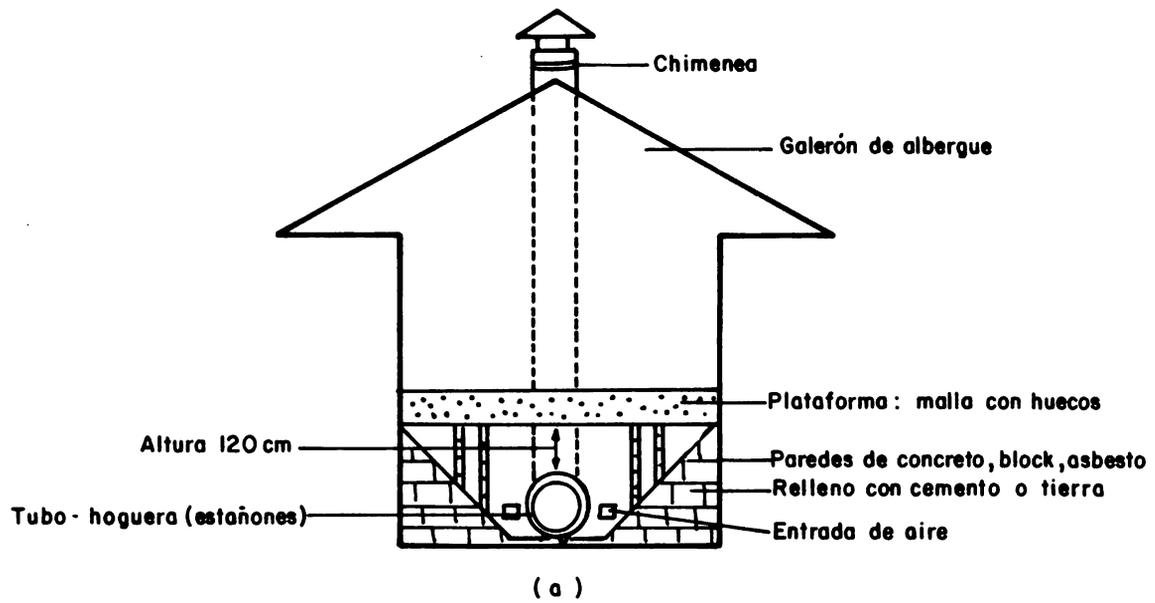


Fig. 25. Diagrama de una secadora de cacao (a) corte transversal y (b) longitudinal, tipo Samoa (Modificado de Enríquez, G., 1982) (Dibujó Marvin H.).

El secador artificial más sencillo consiste en un piso calentado por una hornilla situada debajo del piso. Para un secado uniforme las semillas se mueven con rastrillo de madera en intervalos frecuentes. El secado de las semillas con este tipo de secador dura de cuatro o cinco días.

Existe un tipo de secador que es de uso común en Samoa, llamado "secador samoano" y consiste en una plataforma hecha de reglas de madera a través de las cuales se hace pasar una corriente de aire caliente, producto del calor generado en el interior de barriles metálicos sin fondo, soldados entre si (barriles de aceite o de gasolina).

La plataforma de secado posee un área de 3 metros de ancho por 3,60 metros de largo con una capacidad de 250 kg de cacao seco. Si la plataforma se construye con un ancho de 3,05 metros y un largo de 7,31 metros y se coloca una capa de granos de 5 cm de espesor daría una capacidad de 1/2 tonelada por ciclo de secado.

La plataforma de secado está situada entre 1,05 – 1,20 metros por encima de los barriles; el aire caliente con una temperatura de 60 a 80°C efectúa el secado de 1/2 tonelada en 40-44 horas (Fig. 25).

El secado al sol es el que se emplea con mayor regularidad en todos los países productores de cacao. Una de las formas es utilizar una pequeña choza de madera, de dimensiones variables, con techo de asbesto cemento, zinc o algún otro material de la zona. En la parte baja de la choza, sobresalen una serie de rieles de madera, bambú o metal, en los cuales se desliza una especie de gaveta de materiales y dimensiones variables, que contiene en su interior las semillas (Fig. 26).

Otra forma es utilizar esteras hechas con tiras de bambú, las cuales se pueden enrollar simultáneamente con el cacao en caso de lluvia.

Es aconsejable mover las semillas para separarlas y uniformizar el secado. Un cacao secado al sol sin mucha nubosidad dura alrededor de tres días.

En días nubados alternados con días de sol dura de 5 a 6 días. Cuando hay lluvia alternada con el sol puede durar de 7 a 8 días. Puede presentarse el caso de que no haya sol en varios días, entonces se presenta moho en la semilla perjudicando su calidad.

El punto de secamiento adecuado del cacao se alcanza cuando éste tiene un color bronceado hacia rojizo-amarillento. Al ser estrujado entre los dedos debe tener resonancia (crugir), y al romper la almendra debe tener un color chocolate o café-rojizo.

5.4 Calidad del cacao:

En el comercio se requiere que las almendras tengan las siguientes características deseables: a) la almendra esté hinchada y gruesa, b) la cutícula (testa) esté suelta, los cotiledones separados, tostados y frágiles, c) un sabor y aroma fuerte de chocolate, que se desarrolla especialmente en el tostado, d) color chocolate, y e) un alto contenido de grasa.



Fig. 26. Secador solar de madera, ubicado en la finca “La Lola”, en zona atlántica de Costa Rica. Las cajas se mueven sobre rieles y en caso de lluvia, son guardadas fácilmente en la caseta construida para tal fin (R. Martínez).

Se considera que el cacao es de mala calidad si se encuentran: a) almendras aplanadas, b) si la testa es difícil de separar, c) si hay moho interno, d) con presencia de color pizarra que denote cura incompleta, e) si hay indicios de germinación, f) sabor a humo o jabón (secado deficiente) y g) si hay daño notorio de insectos o almendras quebradas.

5.5 Almacenamiento:

El almacenamiento es el último proceso en el beneficiado del cacao. Las bodegas de almacenaje deben construirse en lugares próximos al sitio de secado. El piso de la bodega de almacenaje debe estar construido por una tarima de madera de 20 cm de alto. Así se evita que el cacao quede en contacto con el piso. Los sacos deben quedar separados a un metro de las paredes de la bodega.

Es primordial que el cacao sea preservado de la contaminación por humo y olores extraños, especialmente de agroquímicos.

La humedad a la cual las almendras deben ensacarse es de 6 por ciento para evitar la contaminación por hongos. Los sacos deben ser preferiblemente de yute y deben quedar bien sellados.

COSTOS DE PRODUCCION PARA UN VIVERO DE CACAO/HA PARA 6 MESES

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO C\$	VALOR TOTAL C\$
MANO DE OBRA			
Limpieza del terreno	1.0 jor.	40.00	40.00
Instalación de sombra	1.0 jor.	40.00	40.00
Pica de suelo, preparado y llenado de bolsas	3.0 jor.	40.00	120.00
Nivelación del terreno	1.0 jor.	40.00	40.00
Acarreo al plantel	3.0 jor.	40.00	120.00
Alineado	1.0 jor.	40.00	40.00
Siembra (1 200 semillas)	0.5 jor.	40.00	20.00
Seis aplicaciones de pesticidas* (fungicidas-insecticidas)	1.0 jor.	40.00	40.00
Seis fertilizaciones	2.0 jor.	40.00	80.00
Combate de malezas	1.0 jor.	40.00	40.00
Sub-Total	14.5 jor.		580.00
MATERIALES			
Semillas de cacao híbridas	1 200 u	1.00	1 200.00
Bolsas plásticas (20 x 25 cm)	1 200 u	0.30	360.00
Fertilizante 10-30-10	36 kg	4.20	151.20
a) Insecticida al suelo.			
Furadán (5G)	6 kg	23.04	138.24
b) Insecticida al follaje.			
Malathión 57%	0.2 lt	36.54	7.31
Fungicida (Dithane M-45)	0.48 kg	56.28	27.01
Adherente (Agral-90)	0.2 lt	47.56	9.51
Bomba de mochila (depreciación 10% del costo total)	2 u	1 500.00	300.00
Pala, palín, machete (10% del costo total)	1 u c/u	100.00	30.00
Combustible (Diesel)	1 gl	15.00	15.00
Sub-Total			2 238.27
IMPREVISTOS (15%)			422.74
COSTOS TOTALES			3 241.01

Precio de planta a los 6 meses

C\$ 2.70

Usar sombra adecuada. Use pesticidas solo en caso necesario.

COSTOS DE PRODUCCION/HA. PLANTACIONES NUEVAS. 2° AÑO

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO C\$	VALOR TOTAL C\$
MANO DE OBRA			
Resiembra de fallas de cacao	2 jor.	40.00	80.00
Resiembra de fallas de sombras	2 jor.	40.00	80.00
Poda de formación y deschuponada del cacao	8 jor.	40.00	320.00
Combate de malezas (4v/año)	24 jor.	40.00	960.00
Fertilización	---	---	---
Combate de plagas y enfermedades	12 jor.	40.00	480.00
Mantenimiento de drenajes y caminos	12 jor.	40.00	480.00
Regulación de sombra temporal y permanente	8 jor.	40.00	320.00
Sub-Total	68 jor.		2 720.00
MATERIALES			
Plantas de cacao para resiembra	60 u	3.00	180.00
Tijeras, serrucho, pala, palín, machete (se incluye 10% de su costo total)	1 c/u	120.00	60.00
Bombas de mochila (como depreciación 10% de su costo total)	2 u	1 500.00	300.00
Herbicidas (Gramoxone)	3 lt	53.50	106.50
Fertilizante	---	---	---
Insecticidas (Malathión 57%) 6 aplicaciones	1 lt	36.54	36.54
Fungicidas (Oxicloruro o Hidróxido de Cobre. 6 aplicaciones)	2 kg	24.05	48.10
Adherente (Agral-90)	1 lt	47.55	47.55
Sub-Total			778.69
IMPREVISTOS (15%)			524.80
COSTOS TOTALES			4 023.49

COSTOS DE PRODUCCION/HA. PLANTACIONES NUEVAS. 1° AÑO.

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO C\$	VALOR TOTAL C\$
MANO DE OBRA			
Preparación del terreno:			
a) Socola	7 jor.	40.00	280.00
b) Voltea	11 jor.	40.00	440.00
c) Destronque	5 jor.	40.00	200.00
Estaquillado	12 jor.	40.00	480.00
Construcción de caminos (100 m ²)	--	--	--
Hoyado cacao	12 jor.	40.00	480.00
Fertilización al hoyo	2 jor.	40.00	80.00
Siembra:			
a) Cacao	10 jor.	40.00	400.00
b) Sombra Inicial (Gandul 1qq)	4 jor.	40.00	160.00
c) Sombra temporal (278 estacas de Ceroncontil a 6 x 6 m a cuadro	2 jor.	40.00	80.00
d) Sombra permanente. 70 plantas a 12 x 12 mts (Guabo)	2 jor.	40.00	80.00
Resiembra	1 jor.	40.00	40.00
Control de plagas y enfermedades	6 jor.	40.00	240.00
Control de malezas (4v/año)	24 jor.	40.00	960.00
Construcción de drenajes (100 m ²)	20 jor.	40.00	800.00
Sub-Total	118 jor.		4 720.00
MATERIALES			
Estaquillas	1 111 u	0.20	222.20
Pala, palín, machete (20% del costo total)	1 u c/u	100.00	60.00
Bombas de mochila (20% del costo total)	2 u	1 500.00	600.00
Herbicida de: contacto (Gramoxone)	3 lt	53.50	106.50
Insecticida: Matathión 57% (6 aplicaciones)	1 lt	36.54	36.54
Fungicida: Oxicloruro de Cu. (6 aplicaciones)	1.5 kg	24.05	36.08
Gandul	1 qq	200.00	200.00
Estacas de Ceroncontil	278 u	0.20	55.60
Plantitas de guabo	70 u	3.00	210.00
Adherente (Agral-90)	1 lt	47.55	47.55
Sub-Total			1 574.47
IMPREVISTOS (15%)			944.17
COSTOS TOTALES			7 238.64

COSTOS DE PRODUCCION/HA. PLANTACIONES NUEVAS. 3° AÑO

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO C\$	VALOR TOTAL C\$
MANO DE OBRA			
Resiembra de fallas de cacao	1 jor.	40.00	40.00
Poda de formación y mantenimiento	4 jor.	40.00	160.00
Deschuponado	5 jor.	40.00	200.00
Combate de malezas (2v/año)	10 jor.	40.00	400.00
Fertilización	---	---	---
Combate de plagas y enfermedades	12 jor.	40.00	480.00
Mantenimiento de drenajes y caminos	12 jor.	40.00	480.00
Cosecha del cacao (250 kg de cacao húmedo)	4.5 jor.	40.00	180.00
Desgrane (6 250 mazorcas) que equivale a 6 mazorcas/ árbol	4.5 jor.	40.00	240.00
Fermentado y secado	6 jor.	40.00	180.00
Desgrane (6 250 mazorcas) que equivale a 6 mazorcas/ árbol	4.5 jor.	40.00	180.00
Fermentado y secado	6 jor.	40.00	240.00
Regulación de sombra permanente	8 jor.	40.00	320.00
Sub-Total	67 jor.		2 680.00
MATERIALES			
Plantas de cacao para resiembra	20 u	3.00	60.00
Tijeras, serrucho, pala, palín, machete	1 c/u	120.00	60.00
Bombas de mochila (10% del total)	2 u	1 500.00	300.00
Herbicidas (Gramoxone)	3 lt	53.50	106.50
Fertilizante	---	---	---
Insecticidas. Malathión 57% (6 aplicaciones)	1 lt	36.54	36.54
Fungicidas (Oxicloruro o Hidróxido de Cobre. (6 aplicaciones)	2 kg	24.05	48.10
Adherente (Agral-90)	1 lt	47.55	47.55
Cajas de fermentación Rohan	1 u	---	---
Secadora Samoa (con capacidad para 10 Ha.)	1 u	30 354.25	303.54
Secador Solar con rodos (10% del total)	1 u	26 507.04	265.07
Sub-Total			1 226.80
IMPREVISTOS (15%)			586.02
COSTOS TOTALES			4 492.82

COSTOS DE PRODUCCION/HA. PLANTACIONES NUEVAS. 4° AÑO

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO C\$	VALOR TOTAL C\$
MANO DE OBRA			
Deschuponado	5 jor.	40.00	200.00
Poda de mantenimiento	6 jor.	40.00	240.00
Regulación o eliminación de sombra permanente	18 jor.	40.00	720.00
Control de malezas	6 jor.	40.00	240.00
Fertilización	---	---	---
Combate de plagas y enfermedades	12 jor.	40.00	480.00
Mantenimiento de drenajes y caminos	12 jor.	40.00	480.00
Cosecha de cacao (500 kg de cacao húmedo)	9 jor.	40.00	360.00
Desgrane de 12 500 mazor- cas que equivale a 12 mazor- cas/árbol	9 jor.	40.00	360.00
Fermentado y secado	6 jor.	40.00	240.00
Sub-Total	83 jor.		3 320.00
MATERIALES			
Tijeras, serruchos, pala, palín, machete	1 c/u	120.00	60.00
Bombas de mochila (10% del costo)	2 u	1 500.00	300.00
Herbicidas (Gramoxone)	3 lt	53.50	106.50
Fertilizante	---	---	---
Insecticidas. Malathión 57% (6 aplicaciones)	1 lt	36.54	36.54
Fungicidas (Oxicloruro o Hibróxido de Cobre. 6 apli- caciones)	2 kg	24.05	48.10
Adherente (Agral-90)	1 lt	47.55	47.55
Cajas de fermentación Rohan	2 u	---	---
Secadora Samoa (depreciación 10% del total)	1 u	30 354.25	303.54
Secador solar con rodos (10% del total)	1 u	26 507.04	265.07
Sub-Total			1 167.30
IMPREVISTOS (15%)			673.10
COSTOS TOTALES			5 160.40

* Se estima que los costos de producción son constantes después del cuarto año y que después del quinto año, la producción se estabiliza.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALCARAZ, R.** Relación de algunos factores climáticos con la producción de cacao en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 1973. p. 112.
- ALVIM, P. de T.** Relaciones de la temperatura en el cacao en la finca La Lola (Costa Rica): 1969. p. 40-41.
- BRAUDEAU, J.** El Cacao. Traducido del francés por Angel M. Hernández Cardona. España. Editorial Blume. 1970. p. 52-61.
- ENRIQUEZ, G.A. y A. PAREDES.** Curso sobre El Cultivo del Cacao. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1979. p. 125.
- ENRIQUEZ, G.A.** La cura o beneficio del cacao. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1982. p. 96.
- HARDY, F.,** Manual de Cacao. Turrialba, Costa Rica. IICA. 1961. p. 439.
- JIMENEZ T.** Estudios sobre la situación actual y las perspectivas del cultivo e industrialización del cacao en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1981. p. 46.
- PERALTA, J. R.** Guía para el cultivo del cacao en Nicaragua. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Managua. 1980. p. 38.
- URQUART, D. H.** Cacao. 2a. Edición. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 1963. p. 322.

IICA
PM-381

Autor

El Cacao
Título

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

7 JUN 1987 Lalli

27 JUL 1989 A Suarezis.
R Bourgeois

27 JUN 1995 An Blane

DOCUMENTO
MICROFILMADO

Fecha: 26 OCT 1983



Editorial IICA

IICA

