

CATIE  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Programa de Plantas Perennes

/// POSIBILIDADES DEL CULTIVO DE CACAO EN LAS ZONAS DE  
SIUNA Y RIO BLANCO EN NICARAGUA

Gustavo A. Enríquez  
Alfredo Paredes

Informe de Consultoría presentado a la  
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.  
Managua, Nicaragua

Turrialba, Costa Rica  
Enero 1979

## INTRODUCCION

Un estudio sobre las posibilidades del cultivo de cacao en las zonas de Siuna y Río Blanco en la provincia de Zelaya, Nicaragua, se realizó a pedido de Tahal Consulting Engineers, Ltda. de Israel.

La Compañía Tahal nos facilitó el "Informe Ecológico de las tres zonas, Siuna, Río Blanco y Nawawas" por L. R. Holdridge. Un mapa de isohietas, así como algunos datos meteorológicos y análisis de suelos de dieciseis perfiles, ocho de Siuna y ocho de Río Blanco.

Todo el informe de consultoría fue efectuado en Turrialba, ya que no pudimos realizar visitas al área de estudio por la situación política del momento, que impedía inspeccionar con detenimiento las zonas seleccionadas.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página N°
Situación general del cacao .....	1
Antecedentes del cultivo de cacao en Costa Rica .....	7
Problemas que afectan las regiones cacaoteras .....	9
El cultivo del cacao en Costa Rica .....	32
El programa de investigaciones del Centro Interamericano del cacao .....	47
Experimentación en La Lola y Turrialba .....	58
Costos de Producción .....	77
Ecología del Cacao .....	86
Temperatura .....	87
El agua .....	90
Viento .....	97
Sombreamiento .....	99
Suelos .....	102
Características de los suelos de cacao .....	103
Clasificación de calidad de suelos potenciales de cacao .....	107
Elección de clases de calidad .....	108
Criterios para distinguir clases de calidad de suelo ....	112
Recomendaciones para el cultivo del cacao .....	121
Propagación del cacao por semillas .....	121
La poda .....	128
Nutrición .....	134

	Página N°
Control de malezas .....	148
Plagas del cacao .....	153
Enfermedades del cacao .....	158a ✓
Cosecha .....	173
Fermentación .....	174
Secado .....	177
Calidad .....	189
La manufactura del cacao .....	192
Maquinaria agrícola .....	203
Costos de producción de los elaborados .....	203
Recomendaciones de experimentos .....	205
Bibliografía .....	208

XXXXXXXX

XXXX

XX

## SITUACION GENERAL DEL CACAO

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) se encuentra esparcido en el mundo en nueve países de Africa, diez de América del Sur, siete de las Indias Occidentales o del Caribe y, finalmente, en Asia y Oceanía en seis países.

Hasta 1950, América cultivaba la mayor parte del cacao, pero este primer lugar fue gradualmente pasando hace unos 25 años a Africa Occidental que ha mantenido esta posición hasta la fecha (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de cacao seco exportable de los países cacaoteros del mundo para el año 1977.

Países productores (1977)	Toneladas Métricas	% de producción mundial
1 Ghana	375.000	25%
2 Nigeria	270.000	18%
3 Brasil	210.000	14%
4 Costa de Marfil	195.000	13%
5 Cameroun	105.000	7%
6 Ecuador	60.000	4%
7 Rep. Dominicana	30.000	2%
8 Papua, N. Guinea	30.000	2%
9 Otros países	225.000	15%
TOTAL MUNDIAL	1.500.000	

Fuente: Cacao Statistics (4)

El cacao es una planta tropical, cuyas semillas son utilizadas para producir chocolate y otros derivados del cacao. Pertenece al Orden de las Malvaceas, familia Esterculiaceas, género *Teobroma* y especie *cacao*, crece en su habitat natural en América, tanto en tierras bajas dentro de bosques densos y húmedos, bajo la sombra de árboles altos en florestas menos exuberantes o relativamente poco húmedas, pero muy típicas en esta parte del hemisferio.

Tradicionalmente el cacao se viene cultivando en la faja comprendida entre los límites de 20° Norte y 20° Sur de la línea equinoccial o Ecuador.

En el Cuadro 2 se puede notar que durante los años setenta, la producción de los países se ha mantenido bastante igual. Los países africanos han disminuído su producción a excepción de Costa de Marfil; en cambio, en América los países han aumentado considerablemente su exportación, excepto Venezuela. La producción total de estos países ha crecido mucho durante estos años, si consideramos que simultáneamente ha aumentado el consumo interno o la industrialización, como es el caso de Venezuela y Ecuador.

El Cuadro 3 resume la molienda de los principales importadores de cacao en el mundo. Nótese que solamente Alemania y los Países Bajos han incrementado su molienda, mientras que los otros países han tenido una ligera baja; esto puede deberse a que la oferta de cacao ha sido cada vez menor.

Análisis realizados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, teniendo como base la proyección de oferta y demanda, comercio, niveles de precios, costos de importación, etc., permiten hacer las siguientes predicciones para el año 1980: "La producción mundial de cacao

Cuadro 2. Producción por países en miles de toneladas métricas/año

País	Años							
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Ghana	392	464	418	350	377	397	320	320
Nigeria	308	255	241	215	214	216	165	220
Costa de Marfil	180	226	181	209	242	231	230	255
Cameroun	112	123	107	110	118	96	82	90
Brasil	182	167	162	246	273	258	234	249
Ecuador	61	67	43	72	78	63	72	70
Colombia	21	22	23	23	25	26	27	28
Venezuela	19	17	19	17	19	15	15	19
México	25	36	30	28	32	33	24	33
República Dominicana	25	41	28	30	27	30	30	30

Fuente Cacao Statistics (4)

Cuadro 3. Molienda de cacao crudo en miles de toneladas métricas/año

País	Años							
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Francia	40	42	49	47	37	34	36	35
Alemania	126	133	139	152	138	139	141	140
Países Bajos	115	121	124	123	115	119	127	127
Inglaterra	82	84	98	107	93	73	83	77
U.S.A.	266	279	289	278	230	208	225	186

Fuente Cacao Statistics (4)

Cuadro 4. Consumo mundial de cacao elaborado

	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76
Producción mundial	1,435	1,498	1,582	1,398	1,447	1,548	1,511
Población en millones	3,632	3,706	3,782	3,860	3,890	3,968	4,044
Per Capita (Kg)	0,40	0,40	0,42	0,36	0,37	0,39	0,37

Fuente: Cacao Statistics (4)

deberá crecer tomando como base 1964-66 a razón de 3,2% al año. El consumo en los países desarrollados está proyectado para crecer a una tasa de 2,8% por año. La mayor tasa de crecimiento deberá ocurrir en los países comunistas en 4,4% por año. En cuanto a las regiones sub-desarrolladas, la tasa de crecimiento se estima en 3,8% al año. Esta tasa de crecimiento en el consumo mundial deberá mantene altos los niveles de precios, permitiendo una total utilización de la materia prima producida" (7).

Como se puede ver en el cuadro de Consumo Mundial, la producción ha tenido muchos altibajos, por lo tanto, el consumo per cápita también varía considerablemente, pero se nota que siguen bajando, debido al incremento desigual de la población, que es mayor, y de la producción, que no alcanza a cubrir la demanda. Además de esto, se debe considerar que el consumo mundial seguirá aumentando cuando se abran nuevos mercados en países que tradicionalmente no han sido grandes consumidores, tal como se anotó anteriormente.



Cuadro 5. Precio promedio mensual en New York (Cent/Kilo) en US\$.

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	6 años $\bar{X}$ mensual
Enero	56,8	81,7	143,3	189,8	165,6	387,4	170,7
Febrero	58,8	85,9	163,8	192,9	166,9	425,3	182,3
Marzo	62,1	96,9	192,9	179,7	166,7	453,3	191,9
Abril	66,7	113,4	242,9	160,5	192,9	416,0	198,7
Mayo	68,5	135,6	257,2	134,8	211,9	432,6	206,8
Junio	71,1	155,1	227,5	140,1	236,5	-	166,1
Julio	75,9	190,5	235,4	163,6	235,4	-	180,2
Agosto	80,8	177,3	235,4	172,4	251,7	530,2	241,3
Setiembre	83,9	180,2	234,4	-	283,2	551,3	266,6
Octubre	82,2	177,7	253,5	-	304,4	-	204,5
Noviembre	83,0	161,2	226,0	152,8	339,4	-	192,5
Diciembre	71,1	145,1	188,1	163,2	342,3	-	181,9
$\bar{X}$ Anual	71,7	141,7	216,7	164,9	241,4	456,6	198,6

Fuente: Cacao Statistics (4)

Del Cuadro 5 se desprende que los precios del cacao han subido mucho durante los últimos años, haciendo del cultivo del cacao uno de los más rentables en los países donde se produce. Nótese que el precio de Enero de 1972 es casi 10 veces menor que el precio de septiembre de 1977. Durante el año 1978, los precios bajaron un poco pero se han mantenido casi iguales al precio promedio del año 1977. La variación promedio de los precios por mes no es muy grande y está influenciada por muchos factores al nivel mundial.

En resumen, el porvenir de la industria cacaotera es muy halagüeño, especialmente si consideramos que los precios se mantendrán a un buen nivel durante varios años, lo cual asegura las inversiones en este cultivo.

## ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE CACAO EN COSTA RICA

Uno de los hechos más importantes en un análisis de la situación cacaotera del mundo, es el bajo rendimiento por área de cacao en grano seco en la mayoría de los países productores. En general, solamente se cosecha entre 200 a 500 kilos por hectárea. Muy pocos lugares cosechan más kilos por área; algunas de esas excepciones pueden encontrarse en un lote experimental del CATIE denominado La Lolita No. 1, en el que durante tres años (1971-1974) el promedio de rendimiento fue de 977 Kg. cacao seco por hectárea, conociéndose que la cosecha del año 72-73 fue bastante baja en relación a las anteriores debido a factores climatológicos ocurridos durante ese período (20). En las plantaciones bien ordenadas de Ghana se obtienen 600 a 900 kilos; en Togo, 780 kilos por hectárea y en Madagascar de 600 a 700 kilos por hectárea (16).

Desde hace más de dos décadas la actividad cacaotera de Costa Rica se ha caracterizado por plantaciones de bajos rendimientos por unidad de superficie cultivada (250 kg/ha/año de cacao seco) (9). Esta situación ha sido consecuencia de varios factores, entre ellos las fluctuaciones en los precios, que han incidido en un deficiente manejo de las plantaciones, no habiéndose realizado un combate o prevención uniforme y sistemático de enfermedades y plagas. Asimismo, la falta de los servicios de asistencia técnica ligados al poco uso del crédito y la falta de un mejoramiento genético permanente en las plantaciones.

La edad de las plantaciones constituye quizá el principal problema, muchas de esas plantas sobrepasan los 60 años de establecidas, edad a la cual los rendimientos son muy bajos.

De acuerdo con los datos del Censo Agropecuario de 1973 en Costa Rica existían 2.856 explotaciones de cacao, con un total de 20.305 hectáreas, siendo la región Atlántica la más representativa con un 69% de las explotaciones y un 85% de extensión. El resto se encuentra distribuido en la región Norte y en menor grado en la región del Pacífico Sur.

La producción nacional para el período 1976-1977 fue estimada en 7.855.099 kilos, el consumo interno en 2.135.858 kilos y las exportaciones ascendieron a 5.719.241 kilos.

En la actualidad los precios internacionales son atractivos (superiores a US\$100,00 por 46 kilos), (ver Cuadro 5).

Otras causas para la baja producción o el abandono de algunas plantaciones ha sido la falta de interés institucional por el cultivo, dejando su atención a las fluctuaciones de precios internacionales y brindándole apoyo solamente cuando los precios fueron buenos, sin considerar la posibilidad de producir para la industria.

Otra causa ha sido la falta de un organismo que atendiera en forma integral las actividades inherentes al cultivo y que le pudiera brindar a los agricultores asistencia técnica en forma continua y oportuna.

Finalmente, la falta de asociación entre los productores, con el fin de buscar mejores condiciones, sólo produjo la participación en forma aislada en las diversas actividades y un mayor soporte de los riesgos que el cultivo trae consigo.

La Presidencia de la República, deseosa de buscar un fortalecimiento de la balanza de pagos y un desarrollo económico regional, ha motivado el establecimiento de un proyecto de cacao que, basado en las condiciones

actuales de la producción y las características socio-económicas de las zonas productoras, pueda ofrecer a corto plazo acciones positivas que repercutan en un aumento de la productividad a bajos costos y consecuentemente con un mejoramiento de las condiciones de los agricultores.

#### PROBLEMAS QUE AFECTAN LAS REGIONES CACAOTERAS

##### Región Atlántica

Mano de Obra: El cultivo del banano ha desplazado la mano de obra, elevando el valor del jornal; además, las garantías sociales en las empresas bananeras dan mayor estabilidad al personal. Las actividades portuarias también compiten fuertemente con los salarios agrícolas.

Existe en las fincas la modalidad de realizar labores por contrato, lo cual conduce a no tener trabajadores permanentes en las fincas, lo que también aumenta el costo de la mano de obra. Para hacer más atractiva la actividad cacaotera, se deben mejorar las condiciones de vivienda de los trabajadores, a través de créditos adicionales para los propietarios de fincas. También se debe ofrecer los servicios mínimos indispensables en salud rural, letrinización, educación y promoción de asociaciones de desarrollo comunal, para que en forma integrada se logre un mejor nivel de vida.

Tenencia: La falta de titulación de la tierra posiblemente ha limitado el uso del crédito agrícola. El ITCO está titulando todas aquellas fincas que se involucren en un Proyecto Cacaotero, para lo cual se deben destinar los recursos humanos y financieros necesarios.

Drenajes: El problema de drenajes es la causa directa de una serie de enfermedades y plagas que afectan el cultivo. Debido al alto costo es

necesario responsabilizar a un ente gubernamental para que se encargue del mantenimiento de los drenajes primarios existentes y de la construcción de nuevos canales.

En cuanto a drenajes secundarios y terciarios deberán construirlos y mantenerlos los finqueros mediante adecuada asistencia técnica y financiación bancaria, y se deberá incluir en los costos de producción.

Asistencia Técnica: Por su carácter altamente especializado y considerando el sobrecargo de funciones de los organismos que actualmente imparten asistencia técnica a agricultores, ésta deberá ser brindada por medio de la Comisión Ejecutiva de la Actividad Cacaotera (CEAC).

El país no ha utilizado la infraestructura de capacitación que durante mucho tiempo se tuvo en el IICA y que actualmente se tiene en el CATIE, por lo que se recomienda establecer de inmediato un programa de capacitación para que personal idóneo se encargue de dicha asistencia técnica.

Tecnología y Divulgación: El paquete tecnológico para el cultivo del cacao es conocido en detalle y se encuentra a disposición de los agricultores y organismos vinculados a su fomento. Sin embargo, su divulgación ha sido muy limitada.

Deberá prepararse de inmediato un manual para agricultores, en un lenguaje comprensible, que contenga toda la información técnica relacionada con cacao. Además deberá establecerse un mayor número de parcelas demostrativas y días de campo en las diferentes zonas cacaoteras del país.

Beneficio: Todos los esfuerzos en este aspecto deberán dirigirse a lograr un buen beneficio (fermentado y secado), lo cual se manifestará en una calidad superior y uniforme, que gozaría de una mayor aceptación por parte de

los industriales y exportadores, a quienes se les podría solicitar un mejor precio. Es fundamental el establecimiento de normas de calidad para la clasificación del grano, las cuales serán establecidas y supervisadas por la Comisión.

Organización de los Agricultores: La ausencia de un espíritu de asociación por la idiosincracia de los agricultores de la región y la falta de programas de apoyo y operativos gubernamentales, hacen imperativo un gran esfuerzo de organización que redunde en el desarrollo comunal.

Capacidad Empresarial: La forma tradicional de manejo del cultivo de cacao ha sido la extractiva, o sea explotar la plantación realizando el mínimo de inversiones, lo que ha contribuido a la falta de capacidad empresarial de la zona. Las causas de esta característica de explotación ha sido la fluctuación continua en los precios del grano y la condición de la tenencia de la mayoría de las plantaciones.

Como se expresara anteriormente, la agilización en el proceso de regulación de la posesión facilitará las transacciones y operaciones en compra-venta y arrendamiento a largo plazo de tierras y permitirá la participación de mejores empresarios en la actividad.

Merodeo: Este problema se ha incrementado debido al aumento sustancial de precios. Se puede observar como los agricultores han tenido que realizar obras adicionales, tales como cercas de hasta cuatro hilos de alambre en sus fincas, realizar inversiones en armas y municiones y además contratar personal adicional para el cuidado de las fincas.

Infraestructura Física y Contrabando: Si se tiene en cuenta que la zona presenta un magnífico potencial para el cultivo, es preciso estudiar

la factibilidad de los programas de caminos vecinales e impulsar los ya existentes, así como también los servicios de cabotaje fluvial, de tal modo que disminuyan los costos de transporte hacia el interior del país. Debido a estos altos costos de transporte, los compradores nacionales no tienen para competir con las facilidades de que disponen los intermediarios nicaragüenses, lo que facilita la salida del producto hacia el norte.

Costos de Oportunidad y Tradición en el Cultivo: Se puede apreciar por el número de explotaciones y extensión cultivada, según los censos agropecuarios de 1963 y 1973, que éstas se vienen disminuyendo. Lo anterior pareciera provenir de mejores alternativas en otros cultivos y de una falta de tradición en la actividad cacaotera (9).

#### Región Norte

Ubicación y Extensión: La región de Upala está ubicada entre los paralelos 10°45' y 11°0' de latitud norte y entre los meridianos 85°0' y 85°30' de longitud oeste.

Limita al norte con la frontera de Nicaragua, por el sur con la Provincia de Guanacaste, por el este con el Río Negro y por el oeste con el Río Las Haciendas.

La extensión total no se conoce porque no existe hasta el momento ningún mapa básico para precisar la superficie; sin embargo, como un cálculo de apreciación muy limitado sujeto a cualquier variación, se puede estimar en 140.000 hectáreas la extensión total del distrito.

Fisiografía: El Distrito de Upala presenta una configuración definida, la cual se puede dividir en dos zonas. La zona baja comprendida a una



altura sobre el nivel del mar entre los 70 a 100 metros, se caracteriza por su topografía plana, con áreas inundables, ríos navegables y áreas de bosque y de explotación agrícola o ganadera. Su extensión aproximada es de 90.000 hectáreas.

La zona alta, en la que se caracterizan dos valles de topografía más o menos ondulada: el de Bijagua, con una extensión estimada en 1.000 hectáreas y el de Aguas Claras, con una extensión de 5.000 hectáreas. Ambos están parcialmente desarrollados y se concentran a una altura promedio de 800 metros. La zona alta incluye también las faltas de la Cordillera de Guanacaste y sus prolongaciones hacia la parte central de la región. Son áreas casi no explotadas, cubiertas de bosques y de una topografía sumamente quebrada.

Clima: La mayor influencia climática que afecta la región de Upala es la de los vientos alisios del Caribe, que cruzan las bajuras de la cuenca del Río San Juan, casi sin interrupción. La cantidad de precipitación pluviométrica aumenta con la elevación del terreno. El patrón de cantidad y distribución de precipitación durante el año, parece ser el de la costa del Caribe de Costa Rica, con más sol y menos nubes en las mañanas, durante la época lluviosa. Sin embargo, dadas las depresiones de la Cordillera de Guanacaste y la proximidad a la costa del Pacífico, parte de la precipitación del área puede ser convencional. La cercanía del Lago de Nicaragua probablemente tenga algún efecto sobre el área.

Existen cuatro zonas climáticas de apreciación: Tropical Húmeda, Tropical muy Húmeda, Subtropical muy Húmeda y Subtropical Pluvial. Existe otra zona en las áreas que cubren los cerros a alturas mayores de 1.400 metros

pero son de extensiones tan limitadas que no tienen interés en el presente estudio.

En la descripción de los límites de las zonas climáticas, se consideran puntos de referencia fuera de la región para indicar el origen de las mismas. La zona Tropical Húmeda se extiende al norte y al este de la región. En San Carlos de Nicaragua, donde el Río San Juan sale del Lago, la zona Tropical Seca baja en el borde oriental del Lago hasta encontrar la zona Tropical Húmeda.

La precipitación anual es cerca de 1.800 mm. en San Carlos y aumenta hacia el suroeste, el sur y el sureste. Hacia el sureste, las lomas entre el Castillo y el Río San Carlos definen el límite este de la zona Tropical Húmeda (9).

La línea divisoria entre la Zona Tropical Húmeda y la Subtropical muy Húmeda se extiende al sur de las lomas un poco al este de los Llanos de San Carlos, donde vira hacia el oeste pasando tres o cuatro kilómetros al norte del Muelle de San Carlos hasta El Tanque en el Río Arenal. La línea vira al noroeste y aunque no se ha localizado en forma precisa, probablemente pasa cerca de las poblaciones de Tonjibe, Margarita, El Sol, San Rafael de Guatuso, San Isidro de Upala, entre Delicias y Santa Clara y cerca de San José de Upala, siguiendo hacia Peñas Blancas. Esta línea entre las dos zonas naturales de vida debe tener valores climáticos de alrededor de 25.5°C de temperatura media anual y muy cerca a los 3.200 mm de precipitación. Hacia el Lago de Nicaragua o hacia Los Chiles la precipitación sigue bajando hasta un promedio cerca de 2.000 mm. La mayoría de las áreas inundadas de la región de Upala, caen dentro de la Zona Tropical Húmeda.

La línea divisoria hacia arriba, distinguible por la vegetación, se caracteriza por la unión de las zonas Subtropical muy Húmeda y Tropical muy Húmeda. Los valores climáticos de esta línea son estimados como en 25°C de temperatura media anual y 3.900 mm la precipitación media anual. La porción de la zona Subtropical muy Húmeda entre las dos líneas mencionadas anteriormente, es la del triángulo de transición del bosquejo de zonas de vida con temperatura más altas de 24°C. Como la línea de mayor elevación es de mayor precipitación entre la misma provincia de humedad, no es tan clara en el campo como la línea divisoria con la zona Tropical Húmeda.

Al este, la línea entre la zona Subtropical muy Húmeda y la Tropical muy Húmeda cruza la carretera de Aguas Zarcas y Los Llanos un poco arriba del empalme con la carretera a Pital. De allí circunda las lomas a Florencia y La Vieja, donde vira al sur en la cuenca del Río San Carlos. De la vecindad de La Fortuna corre hacia el noreste a una altura de 300 metros pasando un poco arriba de Canalete y arriba de Santa Clara y Cuatro Bocas. La anchura de la faja de la zona Subtropical muy Húmeda depende de la elevación del terreno hacia la cordillera entre la línea que cubre esta zona y la zona Tropical Húmeda.

La precipitación anual de esta línea se estima en 3.900 mm. La zona Tropical muy Húmeda aumenta la precipitación hasta encontrarse con la Zona Subtropical Pluvial al entrar en las sillas entre los picos, en donde disminuye rápidamente después de pasar la divisoria territorial. La precipitación anual probablemente pasa de 5.000 mm en algunas áreas de la zona Tropical muy Húmeda y puede ser mayor en la zona Subtropical Pluvial.

El lugar donde se puede observar la línea divisoria entre la Tropical

muy Húmeda y la Subtropical Pluvial es aproximadamente a 650 metros de elevación en las pendientes del este, entre Arenal y Tilarán. La mayoría de la cuenca del Lago Arenal cae dentro de la zona Tropical muy Húmeda.

La zona tropical muy Húmeda se localiza tres kilómetros al este de Naranjo. En el camino de Guayabo a Aguas Claras, esta línea está un poco al oeste por donde el camino cruza la división de aguas. En el paso de Guayabo los disturbios de la vegetación hechos por el hombre y los suelos hidromórficos complican el cuadro del cambio rápido de clima.

La precipitación alta en la región de Upala y las pendientes orientales de la Cordillera de Guanacaste es la razón principal por lo que ha sido poco utilizada para la explotación agrícola. Con excepción de los suelos volcánicos recientes en el área Arenal, La Fortuna y las terrazas bajas de la región de Upala, las áreas descubiertas de vegetación han sido utilizadas en la agricultura transitoriamente.

Hidrología: En la región de Upala no se han llevado registros sobre temperatura, vientos, lluvias, evaporación y otros. Tampoco se han instalado fluviógrafos que determinen las alturas de los niveles de agua, ni se han medido los caudales de los ríos existentes por lo que la presente evaluación de los recursos hidráulicos tiene algunas limitaciones.

Cuencas Hidrológicas: Existen tres cuencas hidrológicas principales: la del Río Niño o Pizote, el Guacalito y el Zapote. Otras dos cuencas están sirviendo como límite de la región y son ellas la del Río Las Haciendas y la del Río Negro.

Cuenca del Río Zapote: Pertenece a la vertiente del Atlántico, pero sus aguas son tributarias a primera instancia del Lago de Nicaragua, que se comunica con el Océano Atlántico, por medio del Río San Juan. Abarca una extensión aproximada de 551 kilómetros cuadrados y tiene su origen en las faldas altas del Volcán Tenorio a elevaciones aproximadas de 2.000 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a la topografía, se caracterizan tres zonas bien definidas: la zona alta, con relieve muy accidentado y pendientes muy fuertes, cubierta en su mayor parte por bosques vírgenes y con valles intermontanos. Es la que abastece al Río Zapote por escurrimiento subterráneo en el período de estiaje. En segundo término, la zona intermedia, constituida por lomeríos cubiertos de repastos y bosques. Finalmente, la zona baja de topografía plana con áreas inundadas casi todo el año y otras de explotación agrícola y bosques. Los principales ríos que forman parte de esta cuenca son: Zapote, Canalete, Higuierón, Bijagua, Macho, El Salto, Chimurria, Achiote y Pichardo.

El único río navegable es el Zapote, que permite el uso de embarcaciones pequeñas desde San Juan de Dios hasta su desembocadura en el Lago de Nicaragua. La longitud navegable es de 42,4 Km., pero los materiales depositados como gravas y arenas, reducen en la época de sequía su longitud de navegación.

En los períodos de alta precipitación, los ríos aumentan considerablemente su caudal, pero hasta el momento no se han manifestado inundaciones en las áreas pobladas.

Cuenca del Río Guacalito: Tiene su origen en las faldas altas del Volcán Miravalles a una altura aproximada de 1.800 metros. Cubre una extensión de 312.82 Kilómetros cuadrados en la que se distinguen dos zonas: una alta de topografía accidentada, cubierta en su mayor parte por bosques vírgenes y otra baja de lomeríos y planicies con áreas explotadas, bosques y áreas de inundación.

Este río, a pesar de ser poco caudaloso, frecuentemente se desborda en los períodos de alta precipitación, por su poca profundidad y pendiente, principalmente en las extensas zonas bajas.

Cuenca del Río Niño o Pizote: Nace en las faldas altas del Volcán Miravalles y Rincón de la Vieja, a elevaciones aproximadas de 2.020 y 1.907 metros sobre el nivel del mar.

El Río Negro se une al Niño en Cuatro Bocas y ambos en su separación son navegables en poca longitud, por embarcaciones pequeñas impulsadas por fuerza manual. La trayectoria de Cuatro Bocas a San José para las embarcaciones de motor es difícil en la época de sequía por los depósitos aluvionales o bancos de arena que aparecen a lo largo del cauce del Río Niño.

La longitud navegable del Río Niño es de 55 Km y la del Río Negro se estima en 3.75 Km. Constituyen ambos ríos el medio principal de comunicación de los poblados cercanos y de transporte de los productos agrícolas.

El agua de esta cuenca se utiliza para el abastecimiento de agua potable de la población circunvecina.

En los períodos de alta precipitación, los peligros de desbordamientos

son estimables. En ocasiones la población de San José ha sufrido las consecuencias de las inundaciones.

Consideraciones Generales: Uno de los principales problemas de la región de Upala es el exceso de agua, que afecta grandes extensiones que permanecen inundadas durante todo el año, y que podrían ser aprovechables para la agricultura, si existiera la posibilidad de drenarlas.

La utilización de las aguas subterráneas se hace actualmente por medio de pozos acuíferos para el suministro de agua potable. No obstante, en muchas de las casas, su construcción es inapropiada, y constituyen un foco de contaminación por su proximidad a los pozos negros.

Suelos: De acuerdo con OPSA (AI), los suelos de Upala se han clasificado en tres órdenes, que corresponden a los suelos Entisoles, Oxisoles e Inceptisoles.

Los suelos Entisoles corresponden para esta región a la formación aluvial baja, de relieve plano, con un área de 41.850 hectáreas, de las cuales 27.550 pertenecen a los grandes grupos de los Hapludents y Orthopsamments, de drenaje moderado a bueno, con buena capacidad para el uso intensivo en los cultivos de cacao, banano, arroz, frijoles, pastos, etc. Estos suelos constituyen el área de mayor potencial agrícola de la región aunque presentan el inconveniente de encontrarse ampliamente diseminados en la región.

Los suelos restantes del orden corresponden a los clasificados en el suborden Aguents, gran grupo Haplaquents, que se caracterizan por tener un drenaje imperfecto a pobre, con inundaciones frecuentes que limitan su uso a vegetación natural.

Los suelos de este gran grupo, cuando son drenados convenientemente, se comportan en su capacidad de uso, semejante a los grandes grupos Hapludents y Orthopsamments.

Los órdenes Oxisoles e Inceptisoles se localizan en las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste, con altitudes que van desde 120 metros sobre el nivel del mar en la zona baja, hasta los 2.020 metros en la cima del Volcán Miravalles.

El orden de los Inceptisoles, representado por el gran grupo de los Umbrandepts, se encuentra localizado en los valles de Bijagua y Aguas Claras, asociados con algunos Haplaquents, Hapludents y Orthopsamments.

Son de drenaje moderado a bueno, con excepción de los Haplaquents que son imperfectamente drenados.

Estos suelos son de alta fertilidad potencial, ricos en materia orgánica y nutrientes, pero se encuentran limitados en su uso por la alta pluviosidad.

Son aptos para los cultivos de frijol, maíz, arroz y pastos, pero su cultivo está muy supeditado al clima y especialmente a la lluvia.

Son de topografía desde plana o casi plana hasta cerriles mecanizables para el uso de agricultura intensiva.



EQUIVALENCIA APROXIMADA ENTRE ORDENES DE SUELOS DEL SISTEMA PRESENTE

Y LA CLASIFICACION BALDWIN ET AL. MODIFICADA (9)

---

ORDEN PRESENTE	EQUIVALENCIA APROXIMADA
1. Entisoles	Suelos aluviales, Regosoles, Litosoles y Suelos Gley bajos en humus.
2. Vertisoles	Grumosoles.
3. Inceptisoles	Ando, Sol Brun Acide, algunos café forestales, Bley bajos en humus, y Suelos Gley húmicos.
4. Aridisoles	Desierto, Rojos desérticos, Sierozem, Solonchak, algunos suelos café y café rojizos y Solonetz asociados.
5. Mollisoles	Chesnut, Chernozem, Brunizen (pradera), Rendzinas, algunos café, café forestales y Solonets y Suelos Gley húmicos asociados.
6. Spodosoles	Podzoles, suelos café Podzólicos, Podzoles con tabla de agua alta.
7. Alfisoles	Suelos Podzólicos café-grisáceos, suelos café no cálcicos, Chernozem degradados, Planosoles y Suelos Half-Bog asociados.
8. Ultisoles	Suelos Podzólicos amarillo-rijizos, Suelos lateríticos café rojizos de E.E.U.U., Planosoles y Suelos Half-Bog asociados.
9. Oxisoles	Suelos laterita, Latosoles, Latosoles con tabla de agua alta.*
10. Histosoles	Suelos Bog.

---

\* Traducción literal del inglés, por "Ground-Water Latosols".

NOTA: La mayoría de los suelos de Upala pueden clasificarse en las órdenes ENTISOLES, INCEPTISOLES y OXISOLES.

Los grupos taxonómicos encontrados y delimitados, fueron ploteados sobre el mapa base, obteniéndose el mapa de suelos adjunto, en el cual no se incluyen, aunque fueron clasificados y descritos, los suelos de las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste, con los valles de Bijagua y Aguas Claras, por no existir un mapa ni fotografías aéreas.

### Región Atlántica

Ubicación y Extensión: Con base en la regionalización de Costa Rica para la planificación del desarrollo y la administración, la Región Atlántica corresponde a la Región No. 6 y cubre un área de 9.787,63 kilómetros cuadrados, o sea 978.763 hectáreas.

Está localizada en la parte oriental del país, entre las latitudes 10°50' norte, 9°5' sur y longitud 84°oeste.

Comprende la totalidad de la Provincia de Limón, o sea los cantones Central, Pococí, Siquirres, Talamanca, Matina, Guácimo y el Distrito de Horquetas, del Cantón de Sarapiquí de la Provincia de Heredia.

Fisiografía: Toda la llanura Atlántica puede dividirse en dos secciones:

- a) Llanuras del Norte (Guatuso, San Carlos, Sarapiquí).
- b) Llanuras del Atlántico Oriental (Tortuguero, Santa Clara, Matina y al sur de Limón las angostas llanuras costeras, más los valles de los ríos Banano, Bananito y La Estrella.

La llanura Atlántica es muy variable; en la cuenca del Río San Juan su anchura oscila entre 80 y 90 Km., mientras que hacia la vecindad de Puerto Limón se angosta hasta 5 Km. y así continúa disminuyendo hacia el sur, ampliándose solamente sobre los valles de los ríos citados.

Sectores de relieve escarpado al Norte de Limón son: uno hacia el NO y otro hacia el SE con altitudes de 40 y poco más de 200 m. sobre el nivel del mar.

La configuración actual de la llanura al Norte de Limón es el resultado de algunos procesos dinámicos: por un lado las grandes avenidas de los ríos que acarrearán considerable cantidad de detritus, invadiendo la plataforma costanera, por otro lado fuertes corrientes litorales producidas por vientos alisios y mareas altas que acordonan el material en dirección paralela a la línea costera, formando cordones litorales y restingas, que encierran las lagunas del norte de Limón y que van ganando terreno hacia el mar al unir esos cordones y rellenar las lagunas. Se asegura que la línea costera poco a poco se corre en esta forma hacia el este.

Las planicies costeras al sur de Limón regadas por los ríos Banano, Bananito, La Estrella y Sixaola, se distinguen de aquéllas del Norte de Limón por una mayor estabilidad del litoral. Este litoral sureño es consolidado por un fuerte cordón arenoso que deja atrás antiguas lagunas cubiertas por densa vegetación.

Clima: La región Atlántica tiene un clima pluvial tropical. Los vientos de NE. y los "norteños" vienen del mar y llevan mucha humedad, que pierden al continentalizarse y subir la Vertiente de la Cordillera. Generalmente ocurren aguaceros y temporales de varios días por lo que no hay verano definido.

La cantidad promedio de precipitación llega hasta 6.000 mm en la zona del delta del Río San Juan, que abarca la Barra del Colorado, disminuye hacia el sur y oeste a 3.000-4.000 mm y llega de nuevo a máximos alrededor de

5.000 mm en la Vertiente Norte de la Cordillera Central.

En la parte sur de Limón 2.000 - 4.000 mm en el Valle de la Estrella, reduciéndose a 2.000 - 2.500 mm en la zona de Bribri, Talamanca.

En la zona costera Norte de Limón y más hacia el interior en el Valle Medio del Río Reventazón la precipitación oscila entre 2.000 - 3.500 mm.

Temperatura: Debido a las leves ondulaciones de la zona, hay poca diferencia de temperatura. El promedio para la zona es de 25°C, con mínimo de 20°C y un máximo de 30°C como promedios anuales para varios períodos.

Las diferenciaciones mensuales se presentan entre 1 y 3°C y las diferencias entre los promedios máximos y mínimos oscilan entre 10 y 11°C.

Humedad Relativa: Debido a la frecuencia de lluvia y la gran nubosidad, la humedad relativa del aire es alta. El promedio anual de las estaciones analizadas oscila entre 82 - 92% correspondiendo la mínima a los meses más secos (marzo-abril-septiembre y octubre) y la máxima a los meses más lluviosos (junio-julio-noviembre-diciembre).

Brillo Solar: En la zona de Cariari, el mínimo es de 2,3 horas sol promedio diaria para los meses de octubre y noviembre y un máximo de 4,9 horas sol en septiembre.

En la zona de Guácimo el mínimo es 3,2 y el máximo 5,4 horas de sol como promedio diario. Para la zona de Limón es de 3,0 horas y el máximo de 6,1 horas. Aunque las informaciones respecto al brillo solar no existen para toda la región se puede extrapolar para las áreas adyacentes a las estaciones de observación.

Resumen Climatológico Regional: En la región Atlántica se pueden distinguir las siguientes regiones climáticas:

1. Las llanuras bajas y cálidas del noreste, a lo largo del delta del Río San Juan, con una precipitación entre 5.000 y 6.000 mm distribuidos en unos 180-260 días con lluvia y concentrados en las épocas junio-agosto y octubre-enero hasta 30 días con lluvia por mes, más de 1000 mm.

Los meses con relativamente poca precipitación son los de marzo y abril, no hay verano bien definido. Las lluvias causan grandes inundaciones al fin de año y forman junto con los problemas de drenaje, un límite para el desarrollo agropecuario de la zona.

2. Una región que sigue al sur de la zona de Barra del Colorado, con menor precipitación (entre 3.500 - 5.000 mm). Las diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas son más marcadas fuera de la costa.

3. Una zona hacia el sur de Guápiles que abarca el pie y la vertiente de la Cordillera Central hasta una altitud cercana a los 800 m; recibe fuertes lluvias entre 3.500 y 5.000 mm. Generalmente hay 250 días con precipitación. Las temperaturas bajan con la altura y las diferencias entre las máximas y mínimas diarias aumentan. En Diamantes (200 metros de altitud), la temperatura media es de 25°C con extremas absolutas de 33°C y 16°C, hacia las partes más altas; las temperaturas medias deben oscilar alrededor de los 20°C.

4. Una zona baja al Norte y Este de Limón, situada entre la Carretera Limón - Siquirres y la Costa hasta Barra de Parismina, con una precipitación entre 3.000 y 4.000 mm con mínimos en la zona de Bataán y alrededores y máximos en Estrada - Zent; hay variaciones fuertes de los promedios.

Las temperaturas son más estables, promedio anual 25°C. Las brisas y las influencias del mar se limitan a la franja costera.

5. Una zona montañosa situada al noreste de Limón, incluye el Valle Medio del Río Reventazón. Recibe entre 2.000 y 3.000 mm de lluvia.

6. Una zona al sur de Limón con precipitaciones que oscilar entre 2.500 - 4.500, con mínimos en Beverly y máximos en Asunción, Valle de la Estrella, Pandora y Finca Vesta.

7. Una zona más al Sur por la Zona de Sixaola, con precipitaciones que oscilan entre 2.000 - 2.500 correspondientes a las poblaciones de Chase y Nievécita.

Hidrología, Generalidades: Los principales ríos de la Región Atlántica desembocan directamente en el Mar Caribe, a excepción del Río Chirripó (Norte) que desemboca en el Río Colorado. La mayoría de los ríos situados al norte de la Ciudad de Limón tienen su origen en la Cordillera Central y los situados al sur en la Cordillera de Talamanca y sus estribaciones.

En las planicies los cursos de los ríos no están bien definidos y la velocidad de la corriente disminuye, ocasionando la sedimentación en gran escala, que a su vez ocasiona la inestabilidad de los cauces de los ríos.

Regiones Hidrográficas: Para facilitar el estudio y análisis de los ríos de la Región se definen cinco regiones hidrográficas.

1. La región que comprende las partes altas de la Región, o sea la parte montañosa. Esta presenta graves problemas de erosión a causa de su topografía y por la alta precipitación, unos 4.000 mm al año;

los ríos arrastran gran parte de material.

2. Región clasificada como Piedemonte, región que comprende el pie de la Cordillera de Talamanca. En ella los ríos bajan de la cordillera con fuertes pendientes, gran fuerza y cantidad de sedimentos; al haber un cambio de pendiente se produce una gran sedimentación que obstruye los cauces, produciendo inundaciones y la formación de abanicos aluviales, como son los ríos Toro Amarillo y Chirripó.

3. La llanura plana (parte alta) bien drenada, siendo la región de más producción agrícola.

4. Planicies bajas, se clasifica como la región con mayores problemas de drenaje y desde este aspecto se puede dividir en tres categorías: una que tiene terrenos pantanosos todo el año y carece de drenaje, otra que tiene terrenos pantanosos parte del año y la última que tiene buen drenaje, la mayoría no sirve para el cultivo del cacao. Estos terrenos no tienen una delineación geográfica definida, algunos se han secado mediante canales de drenaje.

En esta región las aguas corren lentamente produciéndose la sedimentación y descomposición de la materia orgánica. Generalmente los ríos son navegables.

5. Región del litoral, que está influenciada por sedimentación y las corrientes marinas en la franja litoral y forma una zona delgada a lo largo de la costa.

En esta zona los cursos de los ríos son muy tortuosos y sus desembocaduras son pequeñas en comparación con el tamaño de los cauces, lo que ocasiona la formación de depósitos aluviales llamados "barras" a lo largo de la costa.

El problema hidrográfico más serio son las inundaciones grandes que se producen una o dos veces al año, sobre todo en julio y diciembre.

Suelos: Se presentan dos formaciones de suelos bien caracterizados que son: suelos volcánicos, constituídos por estribaciones de la Cordillera Central y la formación aluvial en las llanuras.

Dentro de la formación volcánica se distinguen dos grupos de suelos: el primero constituído por cenizas y el segundo por un tipo de suelos latosol. La formación aluvial se clasifica como andosoles que son suelos de gran variabilidad de textura y drenajes, fértiles cuando son drenados y aptos para cultivos. En el sur de Limón se encuentran suelos latosoles que forman parte de las estribaciones de Talamanca y son suelos de baja fertilidad y topografía escabrosa que se pueden aprovechar para explotaciones extensivas.

Debido a su localización en los trópicos húmedos (12), los suelos de la región han sufrido un proceso rápido de meteorización.

Se han desarrollado en un gran espesor sobre todo en los depósitos cuaternarios de las tierras planas y bajas. La profundidad de estos suelos es de tres a cuatro metros, en general, y puede alcanzar ocho metros en Peshurst y 10 metros en Fields. Como factores activos en el proceso de su formación, el relieve topográfico y el clima, a través de sus influencias sobre la erosión, el drenaje interno y externo, el escurrimiento y el contenido de materia orgánica, han determinado tres grandes categorías de tipos de suelos en la región.

a) Los Suelos de Pendientes: Esta primera categoría de suelos se desarrolló sobre las capas sedimentarias marinas del complejo montañoso.



Debido a los procesos de lixiviación provocados por la intensidad del clima y topografía, estos suelos tienen generalmente una fertilidad baja.

Con el transporte normal de la erosión, en fuertes pendientes, algunos de sus elementos constitutivos fueron llevados hacia los planos que forman los valles interiores y las planicies litorales. Estos suelos cubren la mayoría de la superficie con topografía quebrada, de las últimas estribaciones de la Cordillera de Talamanca, destacándose de una manera bien marcada de la otra categoría de suelos que se encuentran en las partes planas y bajas. Aproximadamente 50% de la región está cubierta de estos suelos de pendientes fuertes, limitando prácticamente al otro 50% las posibilidades para la agricultura.

b) Los Suelos Coluviales: Algunas secciones de suelos coluviales colindan con los aluviales y parecen formados en mayor parte sobre productos de deslizamiento. Estos suelos se localizan principalmente al Oeste del Valle de La Estrella en la cuenca media de los ríos Bananito y Carbón, y al contacto del Río Watsi (Volio) con la llanura aluvial del Río Sixaola. Los suelos coluviales establecen una transición entre los de material en sitio (suelos de pendientes) y los elaborados sobre material transportado y depositado en las partes bajas (suelos aluviales).

c) Los Suelos Aluviales: Una tercera categoría de suelos se formó sobre los depósitos aluviales proviniendo de los grandes complejos montañosos. En general, estos suelos han ofrecido mejores condiciones para el asentamiento de las actividades agrícolas y pueden subdividirse de la siguiente manera:

1. Fluvio-lacustres: Un primer tipo originario en depósitos fluvio-lacustres se ubica en el Valle La Estrella cubriendo más de 3.000 has. de superficie plana.

2. Fluviales: Un segundo tipo se desarrolló sobre depósitos fluviales y tiene la más grande extensión dentro de la categoría de los suelos aluviales. Abarca toda la planicie del Río Sixaola y la mayoría del litoral costero sur. Este tipo de suelos es de textura arcillosa, con variaciones en el contenido de arcilla y con diversas clases de drenaje natural.

3. Pantanosos: Un tercer tipo esencialmente hidromórfico se encuentra principalmente en los pantanos que bordean la orilla del mar donde el drenaje se efectúa muy lentamente. La falta de desagüe mantiene a estos suelos inundados durante todo el año y es difícil drenarlos con los medios usuales.

4. Arenosos: Un último tipo constituido por suelos arenosos se localiza en las áreas onduladas a lo largo de las playas. No presenta mayor problema de desagüe pero no es apto para otros cultivos que la palma de coco debido a la influencia directa del agua del mar y a su textura arenosa. Según un informe de la Universidad de Florida, donde se incluye un estudio generalizado de los suelos de una parte de la región, se concluye que en las partes planas, el gran problema es el drenaje. Tomando el total de los suelos aluviales de los tipos fluvial y fluvio-lacustre, la eliminación del excedente de agua constituye la gran limitación económica para 70% de estos suelos de buena fertilidad. El otro 30% no necesita zanjas de drenaje aunque en general su textura es bastante arcillosa. A este respecto, de acuerdo con el mapa de uso potencial de la tierra, en una parte de la región predominan los

suelos pesados con alto contenido de arcilla. Sin embargo, en la desembo-  
cadura de los grandes ríos y cerca de la orilla del mar, los suelos arenosos  
no presentan ningún problema de drenaje pero sí otros defectos ya mencionados.

## EL CULTIVO DEL CACAO EN COSTA RICA

Debido a factores genéticos propios del cacao (similares a los del maíz) se siembra la semilla híbrida certificada o la de polinización abierta de algunos clones seleccionados, pero no se siembra la semilla de los árboles híbridos. Los híbridos que se encuentran en el mercado son el resultado de muchos años de investigación.

### Alineado y Siembra

Antes de la siembra, se hace el alineado del terreno. Para alinear se usa el método del 3-4-5, que forma un triángulo con un ángulo recto, lo que permite hacer una alineación a escuadra, fijando las líneas base. Luego se procede a estaquillar a la distancia escogida y hacer los hoyos, los cuales son del ancho de una pala normal o fluctúan entre 25 - 30 cm, con una profundidad de 30 cm. Se rompe y/o se quita la bolsa de plástico que trae la plantita y con cuidado para no dañar la bola o adobe de tierra con las raíces. Luego que se termina de llenar el hueco con tierra se ajusta ligeramente para que la bola de tierra quede bien en contacto con el resto del suelo.

### Sombras

Cuando se va a plantar cacao, se debe prever la sombra, sembrándola antes. Se usa banano, plátano, higuera, etc., para una sombra transitoria, es decir, por unos 2 - 5 años hasta que los árboles para la sombra definitiva hayan crecido lo suficiente.

### Distancias de Siembra

De acuerdo a muchos experimentos se recomendó la distancia de 2 x 2 metros como adecuada para sembrar cacao híbrido, pero con la condición de eliminar desde el sexto año todos los árboles débiles o que no producen. Generalmente al agricultor no le gusta cortar sus árboles cuando los ve algo crecidos, por esta razón se ha adoptado la siembra a 3 x 3, y hasta 4 x 4 metros, de tal manera que no hay necesidad de eliminar los árboles muy débiles y aquéllos que no producen.

La ventaja de sembrar algo estrecho es que se puede aprovechar altos rendimientos tempranos de los híbridos pues el cacao común produce a los cinco o seis años, mientras que el cacao híbrido comienza a producir desde el segundo año de vida.

La distancia de siembra de la sombra varía mucho de acuerdo a la especie que se usa, si es un árbol pequeño, guaba (*Inga*) y de poca sombra, se siembra a 9 x 9 metros. Si son árboles medianos (*Erythrina*) se siembran a 12 x 12 o a 15 x 15 m. Los árboles muy grandes que dan mucha sombra como el Samán se siembran a la distancia de 21 x 21 m.

### Renovación

La edad de las plantaciones y las variedades usadas son quizás los factores más importantes en la baja producción de cacao en América Tropical (promedio de 250 kg/cacao seco/ha/año).

Se están renovando plantaciones viejas o improproductivas, sembrando cacao híbrido bajo la misma plantación vieja (método Turrialba) usando de sombra provisional el mismo cacao que luego se va podando cuando los híbridos van

creciendo. De esta manera el agricultor puede cosechar algo de cacao de los árboles viejos. Más tarde, cuando los híbridos están grandes y produciendo, se van podando poco a poco los árboles viejos, hasta eliminarlos totalmente (21).

El método de Trinidad para renovar plantaciones viejas resulta caro para los agricultores sin recursos o sin acceso a crédito, ya que conlleva gastos para remover las plantas de sombra y el cacao y la siembra de bananos y otra sombra temporal para realizar la siembra del cacao nuevo. Consiste en eliminar toda la plantación y comenzar la plantación completa, puede dividirse en etapas por secciones de la finca.

#### Poda de Formación

Es aquella que se efectúa de un mes a un año de edad de las plantas, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta para decidir si quedan 2, 3, 4 o más ramas principales o ramas primarias para que constituyan la futura copa del árbol. En general el agricultor usa muy poco esta poda.

En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente hasta formar la copa del árbol. Eliminan las ramas entrecruzadas muy juntas, y aquellas que tienden a dirigirse hacia adentro.

#### Poda de Mantenimiento

Una vez que el arbolito ha sido formado comienzan la poda de mantenimiento que se efectúa cuando es necesario para conservar y estimular la producción. Se suprimen todos los hijos o chupones que han crecido en el tronco y sobre las ramas primarias.

También en algunas fincas eliminan todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presentan muy juntas, y las plantas parásitas como el "pega con pega" o "suelta con suelta" (Lorantácea) que crecen sobre las ramas y troncos del árbol.

#### Poda de los Árboles de Sombra

Los árboles de sombra permanente reciben los mismos cuidados que se proporcionan al cacao, es decir, mantenerlos limpios y que brinden una sombra adecuada.

#### Equipo para la Poda

Para cortar los brotes terminales y ramas delgadas utilizan: la cuchilla, las tijeras de mano y la de vara larga y mecate; cuando se trata de ramas gruesas son necesarios los serruchos.

En algunas fincas, el machete, la tijera y otras herramientas usadas en la poda son desinfectadas con una solución de formalina 5 - 10% para evitar el contagio de enfermedades. Se utilizan también otros desinfectantes comunes en la zona.

#### Control de Malezas

El control de las malas hierbas es la labor más costosa en los primeros años de vida del cacaotal. Cuando existe mano de obra suficiente, se acostumbra a controlar la maleza a machete. Por lo general, se acostumbra hacer de dos a cuatro limpiezas por año, dependiendo de la edad y del grado de sombreado que haya en la plantación. En un cultivo sano, vigoroso y bien

organizado, el control de las malas hierbas es bastante sencillo. El uso del herbicida también es común en algunas zonas, aunque hay fallas en su utilización.

1. Viveros: Se usa tierra completamente libre de semillas de malas hierbas, pues el uso de herbicidas en esta época es muy peligroso, las plantitas son muy susceptibles a la mayoría de ellos.

2. Del Transplante a un Año: Las plantas que salen del vivero siguen siendo muy susceptibles al daño producido al aplicar herbicidas, por lo tanto son manejadas con mucho cuidado. Se hacen aplicaciones dirigidas, evitando contacto con las plantas de cacao con los siguientes herbicidas: GRAMOXONE (Paraquat) 1,5 - 2,5 lbs/hectárea con pega o adherente. DALAPON (Dowpon, Basfapón más adherente Pegafix ) en dosis de 2-3 kg/hectárea. Este tratamiento se repite a los 15 ó 20 días. Si hay malezas de hoja ancha se añade de 1,0 a 1,5 litros/hectárea de 2,4-D. GESAPAX más adherente. Este herbicida se aplica cuando las malezas tienen de 5 a 12 cm de altura, después de una chapea a machete.

El GRAMOXONE se usa en mezclas con el Diuron (Karmex) 1,0 kg/hectárea. Estos herbicidas son aplicados sobre malezas vivas, pero de acuerdo a la altura de la hierba se aumenta la dosis especialmente si pasan de 50 - 70 cm.

Para el resto de años unos pocos agricultores continúan usando Gramoxone en forma similar a la establecida anteriormente, pero la mayoría de las fincas hacen muy poco control, debido a que la sombra de la plantación permite un control parcial de la mala hierba y se hace una o dos chapias bajas al año.



No hay mucha investigación sobre el efecto de estos herbicidas sobre los árboles de sombra de los cacaotales.

### Plagas del Cacao

Muchas de las plagas del cacao no son problema muy grave, pero un descuido puede ocasionar que se conviertan en problema muy serio, por esta razón siempre se cuida de que no se convierta en plaga seria ninguno de los insectos dañinos. Las plagas más importantes son:

1. Afidos: Insectos pequeños de color oscuro, siempre agrupados en colonias; atacan los brotes, las hojas y las flores. Se controla con Malathion, se repite la operación sólo si es necesario.

2. Acaros: Arañitas de color rojo que se localizan en el revés (envés) de la hoja. Ataca los brotes jóvenes, especialmente en el vivero. Se controla con Tedion.

3. Capsidos de Cacao o Monalium: Dañan las mazorcas y las yemas terminales; se combate con Malathion y con B. H. C.

4. Salivaso: Es una babosa que ataca a las flores y que puede secarlas; se combate con Meta-systox-R.

5. Chinches: Hay varios tipos, pueden transmitir enfermedades; se combate con Malathion.

6. Barrenador del Tallo: Ataca a plantas jóvenes, si la infección es fuerte puede matar las plantitas, se le combate con Thiodan.

7. Gusano Medidor: Se come las hojas llegando a defoliar la planta. Se combate con Sevin.
8. Zompopas: Hormigas que defolían las plantas. Se combate con Aldrin y con Mirex.
9. Trips: Insectos de color negro, muy pequeños, atacan hojas y frutos, las hojas muy atacadas parecen quemadas y se caen fácilmente, se combate con Meta-systox-R.
10. Barrenador del Fruto: Abre túneles y galerías en las mazorcas, las que pueden podrirse y perderse. Se combate con Endrin o con Lannate.
11. Crisomélidos y Xyleborus: Estos insectos perforan el tronco abriendo túneles o galerías, al pie de la planta se forma como aserrín. Se controla con Sevin y Thiodan.

Si hubiera insectos del suelo que están cortando raíces o dañando semilleros, se controlan con insecticida órgano-fosfatado.

Casi todas las plagas también se controlan con Parathion, pero el uso es algo peligroso.

### Enfermedades del Cacao

Por lo general las enfermedades del cacao causan muchas pérdidas al agricultor. Algunas de ellas destruyen todas las mazorcas de una plantación en algún momento, otras enfermedades matan las plantas susceptibles. En general, los mayores problemas del agricultor están ligados a las enfermedades y a su combate.

Las enfermedades más importantes en estas zonas son:

La Podredumbre Negra: Esta es la enfermedad más importante del cacao en Costa Rica, causada por el hongo *Phytophthora palmivora*, y es responsable de más pérdidas en las cosechas que cualquier otra enfermedad existente en la región. Por ejemplo, un promedio de 22% o más de las mazorcas producidas anualmente por algunos de los cultivares más susceptibles de La Lola (finca experimental de cacao del CATIE) fueron infectadas. En algunos años ciertos cultivares presentan infecciones de las mazorcas que pueden llegar a 80% o más. Estos estimados no incluyen las pérdidas debido a infecciones de cherrelles (frutos jóvenes), cojines florales y hojas.

Aunque el hongo puede atacar diferentes partes del árbol de cacao (cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, troncos y raíces), el principal daño lo sufren las mazorcas. En ellas, la infección aparece como manchas pardas, oscuras, aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie y a través de la mazorca. Las almendras se infectan y resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca entera está totalmente podrida.

Las condiciones ideales para la infección y diseminación de la podredumbre negra tienen lugar cuando el clima es fresco y lluvioso. Sin embargo, a temperaturas más altas (27 - 32°C) las lesiones de las mazorcas se desarrollan rápido y la pudrición se acelera.

Mal de Machete: Otra grave enfermedad del cacao en Costa Rica es el "Mal de Machete", causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. Como esta enfermedad destruye árboles enteros, las pérdidas pueden ser muy altas. Por ejemplo, en La Lola, nueve cultivares muy susceptibles sufrieron una

mortalidad del 57 al 73% durante los 12 años comprendidos entre 1960 y 1971.

El hongo siempre infecta el cacao por medio de lesiones en los troncos y ramas principales y puede matar a un árbol rápidamente. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas, momento en que el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de 2 a 4 semanas la copa entera muere, permaneciendo las hojas muertas y frutos adheridos al árbol.

Las lesiones por medio de las cuales penetra el hongo pueden ser causadas en forma natural, tales como las que producen ramas de árboles de sombra al caer, o pueden ser causadas por el hombre con instrumentos cortantes, como machetes, al podar, cosechar y deshierbar.

En Costa Rica la enfermedad casi siempre está asociada con ataque de *Xyleborus* spp. Estos insectos perforadores de corteza no causan la enfermedad, pues no transmiten el hongo activamente, pero sí ayudan a diseminar el hongo.

El "Mal de Machete" se disemina con facilidad por medio de herramientas contaminadas, durante la poda y la recolección, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad todas las herramientas se desinfectan después de ser usadas en cada árbol. Esto se logra limpiando las herramientas con una solución de formalina al 10%. Es también importante evitar daño innecesario a los árboles durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. Las ramas infectadas o los árboles enteros, muertos por la enfermedad, se retiran y se queman.

Las Bubas: Las bubas, que consisten en abultamiento y crecimiento anormal de los cojines florales, posiblemente ocasionan pérdidas de cacao en Costa Rica. Aunque se han identificado cinco tipos diferentes de bubas, solamente dos son de importancia: la buba de puntos verdes, causada por el hongo *Calonectria (fusarium) rigidiuscula* y la buba floral cuya causa se desconoce.

Las pérdidas ocasionadas por las bubas son difíciles de evaluar, aunque pueden ser extensas debido a que en los cojines florales atacados por la enfermedad no se forman mazorcas. Las bubas pueden ser responsables de la lenta pero persistente declinación en producción de mazorcas en muchas regiones.

Muerte Regresiva: La enfermedad conocida como muerte regresiva o "die-back" causa algunos problemas en Costa Rica. La condición es ocasionada por una compleja interacción entre sombra inadecuada, baja fertilidad del suelo y malos drenajes y ataques de cápsidos, de *Monalonium*, thrips y los hongos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Botryodiplodia theobromae* y *Calonectria rigidiuscula*. Siempre que el árbol de cacao se debilita debido a un ambiente desfavorable, se expone al ataque de estos insectos u hongos. En Costa Rica, cuando el cacao se debilita por razones de ambiente desfavorable, los síntomas de muerte regresiva a menudo son asociados con ataques severos de *Monalium* spp. Cuando la situación es grave, los árboles se ven severamente defoliados.

Enfermedades Menores: La enfermedad de las raíces, conocida como "mal de cuatro años", causada por los hongos *Rosellinia pepo* y *R. bunodes*, ocasiona pérdidas considerables en cacao en otros países pero no es muy común en Costa Rica. Esta enfermedad puede ser fácilmente confundida por sus

síntomas, con las del "Mal de Machete", pero su identificación debe hacerse examinando las raíces.

La antracnosis, ocasionada por el hongo *Colletotricum gloesporioides* causa mucho daño en Costa Rica, luego de un período seco prolongado. Cuando es grave, la enfermedad puede ocasionar la total caída de las hojas jóvenes.

La koleroga o "Mal de Hilacha", causada por el hongo *Pellicularia koleroga*, y el mal rosado, cuya causa es el hongo *Corticium salmonicolor*, se presentan esporádicamente en el cacao de Costa Rica. El mayor daño que causan es la muerte de una rama individual.

Tres tipos de pudrición de la mazorca de cacao son causados por los hongos *Botryodiplodia theobromae* (pudrición parda), *Thielaviopsis paradoxa* (pudrición de la mazorca por *Thielaviopsis*) y *Fusarium roseum* pero ninguno causa daños apreciables.

Afortunadamente, dos enfermedades muy serias encontradas en otras partes de las Américas: "Escoba de Bruja" (*Crinipellis perniciosa*) y "Moniliasis" (*Monilia rozeri*), aún no existen en Costa Rica o en el resto de la América Central y México. Por ahora la devastante enfermedad virosa "la hinchazón de los retoños" se restringe al Africa Occidental (17).

### Cosecha

Consiste en la recolección de las mazorcas maduras, abrirlas y sacar las almendras frescas.

La cosecha de los frutos se hace lo más continuo posible para evitar que se sobre maduren. En plantaciones grandes se cosecha las mazorcas cada 8 a 15 días. En plantaciones pequeñas se hace cada mes, en todo caso, no se dejan sobremadurar las mazorcas.

La apertura o quiebra de las mazorcas se hace en el campo, o en el lugar de fermentado y secado, lo cual se realiza con un machete en la mano o con uno fijo a dos trozos de madera clavados en el suelo. La extracción de las almendras se hace con los dedos o con aparatos especiales diseñados con ese propósito. Las semillas se transportan en cajas de madera o sacos de yute o polietileno, hacia el lugar de fermentación, en caso de abrir las mazorcas en este lugar, las almendras se ponen directamente en los fermentadores.

### Fermentación

Es el proceso por medio del cual se limpian las semillas, se mata el embrión y se da buena calidad y presentación a las semillas.

Para este objeto se usa un lugar especial poco venteado, pero bien ventilado. Hay varios métodos para fermentar cacao.

1. En montones, es quizá el método más usado por pequeños productores, consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera de tal suerte que los jugos puedan escurrirse; estos montones pueden removerse para pasar a otro lugar y así obtener una mejor fermentación. En los montones pueden pasar entre 5 a 8 días y luego se extienden para secarlos.
2. En cajas. El tamaño de las cajas varía mucho de acuerdo a la cantidad de almendras que se pueda cosechar como máximo en una finca en algún momento determinado o sea en el pico mayor de producción. Las semillas se colocan en las cajas, las cuales son perforadas para dejar escurrir los jugos. Algunas fincas tienen un sistema de cajas, de las cuales se

va pasando a la próxima con el fin de remover las semillas y mejorar la fermentación. En ocasiones estas cajas están a desnivel con la finalidad de facilitar el paso de una caja a otra, cada dos días.

3. Método Allison-Rohan. En este método se hacen gavetas que deben medir 120 x 80 x 10 cm. Estas gavetas se ponen una sobre otra formando una pila con un máximo de 12 gavetas.

También sirve para secar el cacao en la misma gaveta, para lo cual se construye una gaveta más grande y se ponen a fermentar las almendras en la mitad, para luego extenrlas a toda la superficie, de esta manera se puede manejar fácilmente el material al momento del secado.

Además de los métodos descritos, en algunos países se hace la fermentación en canastas de bambú o de algunos otros materiales, dando el aspecto algo similar al uso de la gaveta Allison-Rohan; también se fermenta en sacos, los cuales se llenan con material y cuando ha pasado unos 4 - 5 días se comienza a secar.

### Secado

Luego de la fermentación, las almendras tienen alrededor de 55% de humedad, la cual se reduce de 6 a 8% que es la humedad en la cual se almacena. Durante este proceso las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma del chocolate.

También en este momento cambian los colores al café típico del material fermentado y secado correctamente.

Hay varios métodos para secar cacao:



1. Al sol, se aprovecha la temperatura que producen los rayos solares, para seguir secando paulatinamente el cacao. Este secado se hace en tendales, los cuales hay infinidad de formas de construcción, tanto por su forma, como por los materiales que se usan, los más generalizados son los de madera y de bambú; hay tendales de cemento y de otros materiales refractarios.
2. Estufas artificiales. Se han construido una gran cantidad de secadoras mecánicas, la mayoría de las cuales se basan en el paso de aire seco y caliente por la masa del cacao. Una de las más sencillas y baratas es el denominado "Secador Samoa", el cual consiste en un tubo de metal dentro del cual se pone fuego, ya sea de leña o cualquier otro combustible. Por sobre el tubo y a una distancia prudencial se pone una plataforma sobre la cual va el cacao; esta plataforma es perforada para que el aire caliente pase por la masa de cacao que se está secando.

### Calidad

Es la calificación que dan los países compradores y los fabricantes, a las almendras de cacao, por su apariencia, humedad, mohos, insectos, materiales extraños, etc.

Para fines de inspección, cada almendra deberá cortarse longitudinalmente pasando por el centro, y se hace un recuento de almendras defectuosas, ya sea por estar enmohecidas, dañadas por insectos, germinadas, vanas, con estructura pizarrosa, planas o podridas. De cada saco de un quintal se toman 100 almendras del centro del saco y se procede a examinar.

Luego se califican en calidad I, calidad II, calidad III y calidad inferior, según el porcentaje de almendras indeseables. El grado de humedad de las almendras no debe sobrepasar el 8%.

La clasificación de calidad de cacao de la FAO es la que actualmente más se emplea. El cacao se clasifica, según el número de almendras defectuosas, siendo las tolerancias en %, las siguientes:

	CALIDAD 1	CALIDAD 2
Almendras enmohecidas	3	4
Almendras pizarrosas	3	8
Almendras defectuosas	3	6

Todo el cacao que no alcanza las normas de la segunda categoría, debe ser considerado como "fuera de clasificación".

EL PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DEL  
CENTRO INTERAMERICANO DEL CACAO

En 1948 el Centro Interamericano del Cacao inició las investigaciones y la enseñanza sobre el cultivo del cacao. El Centro fue establecido debido a la escasez de este alimento vital en el mercado mundial y al deseo de los interesados en colocar el cultivo del cacao sobre bases técnicas en los países de su producción. Siguiendo instrucciones del Consejo Económico Interamericano y Social, de la Organización de los Estados Americanos, el Instituto organizó en Turrialba, en octubre de 1947; la primera reunión del Comité Técnico Interamericano y en otras posteriores en Turrialba, Costa Rica; Trinidad, B.W.I.; y en Guayaquil, Ecuador, han servido de guía a los programas de investigación y enseñanza del CATIE. Además, han dado lugar a que el Centro funcione como fuente de consulta e información, a que se promueva un intercambio de material vegetativo entre países, y a otras actividades encaminadas a aumentar la producción del cacao. Este programa fue financiado en gran parte con donaciones del Instituto Americano de Investigaciones del Cacao (ACRI) y también con los ingresos provenientes de la venta de cacao de la finca La Lola de más o menos 100 hectáreas, ubicada en la región del Atlántico de Costa Rica. La United Fruit Co. cedió esta propiedad sin costo al Centro Interamericano de Cacao.

El programa de investigación que realizó el Centro contemplaba estudios fisiológicos y ecológicos, selección, propagación, métodos culturales, rehabilitación de plantaciones viejas, enfermedades y su combate, y colección y catálogo de clones de cacao.

## ESTUDIOS FISIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Las principales líneas de investigación sobre fisiología y ecología del cacao fueron las siguientes: (a) relaciones entre la planta y el agua; (b) influencia de la sombra; (c) nutrición mineral; (d) crecimiento, floración y fructificación; (e) fitohormonas.

El énfasis en el estudio de las relaciones entre la planta y el agua se ha puesto en la reacción de la planta del cacao al déficit de agua. Bastante conocimiento se ha adquirido sobre el comportamiento de los estomas ante la falta de agua y ésta información fue aplicada en estudios de propagación con estacas donde se investigó la influencia de la humedad, riegos, y fisiología de la aclimatación. Se hicieron también algunos estudios respecto a la transpiración y resistencia de las hojas a la desecación.

La mayoría de los estudios sobre sombreamiento se realizaron a fin de entender las razones fundamentales para cultivar cacao bajo sombra. En plantas de semillero se investigó la influencia de la intensidad de la luz sobre el crecimiento, el grado de asimilación neta, la incidencia de las enfermedades y la abscisión foliar. Con hojas maduras se hicieron algunos estudios sobre los ciclos de abertura estomatal y temperatura de las hojas en relación a la intensidad de la luz.

Los experimentos sobre nutrición mineral del cacao incluyeron: crecimiento de plantas en soluciones y en arena para estudiar síntomas de deficiencias en árboles maduros de cacao; ensayos en macetas con plantas de semilla para determinar requerimientos en fertilizantes; estudios basados en análisis de hojas (en cooperación con la Universidad de Cornell); y ensayos con fertilizantes en semilleros.

Las investigaciones sobre crecimiento, floración y fructificación

tuvieron por objeto determinar la influencia de los factores ambientales sobre estos procesos. Cada dos semanas se tomaron datos sobre crecimiento de brotes, crecimiento en diámetro, intensidad de la floración, cuajamiento de frutos, y marchitamiento de frutos jóvenes.

Se estudió la posibilidad de aumentar el cuajamiento de frutos y combatir su marchitamiento por medio de aspersion con hormonas (ácido paraclorofenoxiacético y ácido naftaleneacético).

#### SELECCION

Se tomaron en más o menos 2.000 árboles`datos individuales sobre rendimiento, podredumbre negra y marchitamiento de frutos jóvenes. Los de mejor rendimiento y los que parecían tener resistencia a la *Phytophthora* fueron propagados por estaca y sometidos a comparación.

Cabe mencionar también que se verificó un experimento de comparación de clones con 16 selecciones, incluyendo algunas de las mejores de la United Fruit Company. El diseño usado fue de Latice Cuadrado Balanceado, con seis plantas por parcela y cinco repeticiones.

#### PROPAGACION

Los principales estudios sobre propagación fueron: (a) mejoramiento de propagadores; (b) estimulantes para enraizamiento; (c) tipos de estaca (d) medio enraizamiento; (e) combate de enfermedades en el propagador; (f) métodos de injerto de yema y púa; y (g) preparación de estacas para envíos.

De los propagadores desarrollados por el Centro Interamericano del Cacao, el más recomendable es el tipo "Turrialba-3" que tiene la ventaja de requerir menos riegos que otros tipos en uso.

En 1951 se iniciaron varios experimentos con estimulantes de enraizamiento, en los que se comparan varias hormonas (incluyendo productos comerciales), concentraciones, mezclas, y métodos de aplicación. Algunas vitaminas y aminoácidos han sido también incluidos en estos experimentos, en combinación con hormonas. Para mayor uniformidad en el material, se utilizaron estacas de una sola hoja. En cada parcela se usaron 5 ó 10 estacas y se repitieron los tratamientos cinco o más veces. Los mejores resultados se obtuvieron con 7000 a 800 ppm de ácido indolbutírico en alcohol de 60% aplicado por el método de inmersión rápida.

Se inició un experimento de campo con material clonal para estudiar los efectos e interacciones del sombreamiento, fertilización (elementos mayores y menores) y combate de enfermedades. El diseño usado fue de un experimento factorial de 2 x 2 x 2 x 2, con ocho plantas por parcela y ocho repeticiones.

En un experimento de poda con árboles adultos se compararon los siguientes tratamientos: 1. testigo (sin tratamiento); 2. limpia de plantas parásitas; 3. poda de ramas solamente (ramas muertas, defoliadas, y ramas bajo sombra excesiva); 4. poda de chupones solamente; 5. poda de ramas y chupones; 6. limpia de plantas parásitas y poda de ramas; 7. limpia de plantas parásitas y poda de chupones; 8. limpia de plantas parásitas y poda de ramas y chupones; con seis repeticiones de cada tratamiento y tres plantas por parcela. Estos tratamientos se aplicaron cada seis meses; se tomaron datos de árboles individuales sobre rendimiento cada dos semanas.

En el programa hortícola del cacao que se llevó a cabo en terrenos del Instituto en Turrialba se plantaron 2,5 ha. Esta área tenía 24 parcelas que representan seis clones de la United Fruit Company replicados cuatro veces. Cada parcela tenía 36 plantas (12 de injerto de púa, 12 estacas y 12 plantas de semilla).

#### REHABILITACION DE PLANTACIONES VIEJAS

En 1949 se inició un experimento de rehabilitación de plantaciones viejas de cacao, en el que se comparan los siguientes tratamientos: 1. testigo (sin tratamiento); 2. poda, replante de espacios vacíos con semillas y plantas de semillero injertadas; 3. poda, corte de árboles defectuosos, injerto de chupones basales, plantas de semilla en espacios vacíos, injerto de plantas de semilla; 4. conversión total, se cortaron todos los árboles y se plantaron estacas; 5. poda; se cortaron filas alternadas, injerto de chupones basales, semillas en espacios vacíos e injertos en plantas de semilla; 6. conversión total, se podaron todos los árboles, injerto de chupones basales, semillas en espacios vacíos, injerto de plantas de semilla; 7. poda, injerto en chupones basales, plantas de semilla en espacios vacíos, injerto en plantas de semilla. Cada parcela de este experimento midió 0,169 ha. con cuatro repeticiones de cada tratamiento.

#### ENFERMEDADES Y SU COMBATE

##### Investigaciones sobre Podredumbre Negra de la Mazorca

El objeto, elucidar los siguientes problemas: 1. desarrollo de la enfermedad; 2. resistencia a la enfermedad; 3. combate de la enfermedad.

Desarrollo de la Enfermedad: Se terminó un estudio sobre la infección y los cambios que ocurren en el tejido de *Theobroma cacao* cuando es atacado por *Phytophthora palmivora*. Este trabajo fue presentado al VI Congreso Internacional de Microbiología en Roma, Italia, Septiembre 6-12, 1953. Un estudio de la influencia de los factores ambientales sobre el desarrollo de la enfermedad se efectuó a fin de poder entender la epidemiología de la enfermedad.

Las pérdidas debidas a la podredumbre negra se evaluaron en área no tratadas.

También se realizó un estudio sobre la fisiología del hongo de la podredumbre negra y se encontró que aparentemente la tiamina y el biotin son factores de crecimiento esenciales para el desarrollo *in vitro* de la *P. palmivora* del cacao.

Resistencia a la Enfermedad: Se hicieron ensayos exploratorios a fin de averiguar si las mazorcas de cacao inoculadas con una suspensión calibrada de esporas de *P. palmivora* darían un método de prueba adecuado para la determinación de la resistencia o susceptibilidad a la podredumbre negra. En otro experimento se estudió la resistencia en relación a la pigmentación. Se usaron mazorcas de tipos rojos y verdes.

Combate de la Enfermedad: Fueron dos las líneas de investigación: a) evaluación de nuevos fungicidas, y b) aplicación práctica de fungicidas basada en los resultados de las evaluaciones.



Evaluación. Cuando las plantas de semillero tienen de cuatro a cinco semanas de edad se asperjaron con el fungicida a ser probado. Tan pronto como éste se hubo secado se asperjaron las plantitas con una suspensión de esporas de *P. palmivora*. La eficacia de un fungicida dado se determinó contando el número de plantas enfermas después de una y cuatro semanas de la inoculación. Se tomaron datos sobre la incidencia relativa y la capacidad residual del compuesto ensayado. Más o menos 30 fungicidas fueron probados por este método.

Se encontró que el caldo bordelés es el fungicida que posee la mejor adhesividad bajo condiciones de alta precipitación. Después de cuatro semanas, la eficacia del bordelés disminuye algo. Desde el punto de vista práctico, otros compuestos (Phygon XL, Bioquin 1, Grag 531, etc.) pierden completamente su habilidad de proteger plantas contra la infección. Ensayos de viveros posteriores hechos con Perenox muestran que es efectivo a la concentración de 2 lbs. por 100 galones de agua.

Combate en la Plantación: Se realizaron cuatro experimentos en la finca La Lola. El primero, iniciado en 1950 incluyó caldo bordelés a intervalos de 30 y 60 días, SR-406 y Dithane Z-78, ambos cada 30 días. Los resultados del primero y segundo años mostraron que el bordelés fue más eficaz en reducir la infección que los otros compuestos; en cuanto a rendimiento no se hallaron diferencias significativas. Resultados de 1952-53 muestran que el bordelés y el Dithane Z-78 aplicados cada 30 días aumentaron el rendimiento en comparación con los otros tratamientos. El aumento de rendimiento ocasionado por el Dithane Z-78 pudiera haberse debido a la presencia de zinc en este fungicida.

El segundo ensayo fue una prueba exploratoria hecha en 1952 en el cual el Dithane Z-78 fue aplicado a intervalos de 7 y 14 días en comparación con el caldo bordelés a 30 días. Los resultados indicaron que el Dithane aplicado cada 7 y 14 días es casi tan efectivo como el bordelés a 30 días, pero no económico.

Un bloque al azar de cinco tratamientos repetidos cinco veces, representó el tercer experimento. En este ensayo que se inició en 1953, cada parcela contenía 7 x 7 árboles. Los tratamientos fueron: sin aspersión, caldo bordeleés, Phygon XL, Perenox, y Crag 531. Los datos se tomaron cada 7 días en cada árbol.

El cuarto experimento se inició también en ese año. Fue un bloque al azar de tres tratamientos repetidos 10 veces. Cada parcela tenía 4 x 4 árboles. Los tratamientos eran: sin aspersión, caldo bordelés aplicado cada 30 días y caldo bordelés aplicado en períodos críticos en el desarrollo de la enfermedad. Este experimento proporcionó información referente a ciclos de aspersión que coincidan con máxima infección. También se estudiaron otras enfermedades del cacao tales como las causadas por *Rosellinia*, *Colletotricum*, etc.

Respecto a adhesivos y dispersantes se probaron los siguientes compuestos a varias concentraciones en combinación con fungicidas: Triton B-1956, Spreader Sticker, Multi-Film L, Multi-Film PB, Vancide Sticker, Vancide Sticker A, Dow Methocel F-1068 JT-398, Neutron Spreader 10 J, Armour Sticker, Summer Spreader 250, Peps, y otros más. Todos estos, con excepción del Triton B-1956 con fungicidas para aplicaciones en el campo han sido probados en los ensayos de evaluación en el almácigo. El Triton B-1956 y el "Spreader Sticker" probaron ser relativamente lo más eficaces en el mantenimiento del fungicida sobre el follaje.

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en un proyecto financiado por la Standard Oil Development Company, realizó investigaciones a fin de encontrar adhesivos más eficaces para el trópico.

#### LA COLECCION DE GERMOPLASMA EN TURRIALBA

Al comenzar el proyecto de mejoramiento genético en Turrialba, en septiembre de 1958, la colección de clones del IICA constaba de 14 clones UF (UF-10, 11, 12, 168, 221, 246, 613, 650, 667, 668, 672, 676, 677 y 654), En los años sucesivos la colección fue aumentando gradualmente hasta contar actualmente (Diciembre de 1978) con un total de 355 clones, siendo 271 provenientes de varios países y 84 nuevos de origen local (CC).

Al mismo tiempo se han realizado introducciones de semillas de variedades de varios países para tener una muestra de los tipos genéticos de cacao bajo cultivo en este hemisferio. Se dió interés al grupo de criollos, por estar esta variedad en camino de extinción del cultivo, debido a sus bajas producciones y susceptibilidades a enfermedades. La colección contiene 1265 plantas de semillas pertenecientes, en varios números, a 178 introducciones de varios países y complejos genéticos.

Las siguientes especies del género *Theobroma* han sido establecidas en Turrialba o/y en La Lola: *Th. bicolor*, *Th. augustifolia*, *Th. mammosa*, *Th. subincana*, *Th. simiarum*, *Th. microcarpa*, *Th. grandiflora*, *Th. speciosa* y *Th. gileri*. Del género *Herrania* se tienen las siguientes especies: *H. purpurea*, *H. balacensis*, *H. nitida*, *H. humbratica*, *H. cuatrecasana*, *H. albiflora*, *H. nucterodendron* y *H. mariae*.

Los clones introducidos de varios orígenes han servido de fuente para los programas de mejoramiento por hibridación.

La introducción de material vegetativo se ha hecho exclusivamente en forma de varetas de injertación, siguiendo las regulaciones de cuarentena recomendadas por las Conferencias Interamericanas de Cacao. Especial cuidado se ha puesto en introducir a través de la estación de cuarentena de Miami el material procedente de los países con *Crinipellis perniciosus* y *Monilia roveri*.

Similares cuidados se ha tenido con la introducción de semilla.

La colección de germoplasma del CATIE está localizada en Turrialba y La Lola. Cada clon está representado por una hilera de 15 plantas aproximadamente. A la presente servimos también como centro de distribución de material clonal libre de las enfermedades más peligrosas de cacao.

Los nuevos clones de Costa Rica fueron introducidos en la Colección Internacional de clones que se mantiene en Mayaguez, Puerto Rico, en cooperación con la Estación Experimental Federal de los Estados Unidos. Esta colección sirvió como fuente de cacao superior libre de enfermedades para distribución en todas las regiones cacaoteras. Después de que este material se puso en cuarentena en Puerto Rico se duplicó esta colección en el Centro Interamericano del Cacao, en Costa Rica. También se hicieron arreglos para la introducción de varias selecciones de Bahía, Brasil, y de otros clones de Trinidad.

En cooperación con el Instituto Americano de Investigaciones del Cacao (ACRI) el Centro desarrolló un sistema internacional para catalogar estos clones. Se hicieron listas de los clones existentes en las Américas, tomando datos de las características y rendimientos de los mismos y registrando datos de ensayos de comparación clonal de diversas áreas de producción. Se verificaron

ensayos de comparación clonal similares con el propósito de correlacionar el comportamiento de varios clones bajo diferentes condiciones de clima y suelos.

En 1979 se publicará el Catálogo Internacional de Cultivares de Cacao, que el Centro ha venido recolectando por varios años, en colaboración con las estaciones experimentales de todos los países cacaoteros del mundo.

EXPERIMENTACION EN LA LOLA Y TURRIALBA

TIPOS DE EXPERIMENTACION

1. Mejoramiento Genético (8)

Experimento No. 1

- 1.1 Comparación de producción entre clones UF, plantas de semillas de clones UF y cacao ordinario (MATINA).
- 1.2 Exp. No. 3. Comparación de rendimiento de descendencia de semillas de polinización abierta de clones UF y cacao ordinario.
- 1.3 Exp. No. 8. Comparación de rendimientos de clones UF, CC y R.
- 1.4 Exp. No. 9. Comparación de híbridos de clones UF x clones CC híbridos de Trinidad y progenies de clones de polinización abierta.
- 1.5 Exp. No. 11. Comparación de estacas de clones, híbridos interclonales o plantas de semillas de polinización abierta de clones UF y cacao Matina.
- 1.6 Exp. No. 12. Comparación de híbridos interclonales, plantas de semillas de polinización abierta de clones UF y cacao ordinario.
- 1.7 Exp. No. 14. Ensayo de máximo rendimiento.
- 1.8 Exp. No. 17. Determinación de la herencia de resistencia y susceptibilidad de clones de cacao a la agalla floral en sus descendencias híbridas.
- 1.9 Exp. No. 18. Comparación de híbridos de clones considerados resistentes y susceptibles a *Phytophthora palmivora*.
- 1.10 Exp. No. 19. Prueba de habilidad combinatoria general en cacao.
- 1.11 Exp. No. 27. Comparación de selecciones Centro de Cacao (CC).

- 1.12 Exp. No. 28. Ensayo para estudiar el efecto de la endocría en varias características cuantitativas de cacao.

## 2. Fertilización

- 2.1 Exp. No. 2. Efecto de N, P.y K aplicados a cacao al sol y a la sombra.
- 2.2 Exp. No. 7. Aplicación de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio a cacao al sol y a la sombra.

## 3. Sanidad Vegetal

- 3.1 Exp. No. 6. Efecto de DDT y Dieldrin con y sin adición de caldo bordelés en la polinización y producción de árboles de cacao.
- 3.2 Exp. No. 10. Determinación de las causas y medios de control de la agalla floral.
- 3.3 Exp. No. 13. Ensayo de aspersiones a bajo volumen y uso de aceite agrícola en el control de *Phytophthora*.
- 3.4 Exp. 16. Experimento de insecticidas.
- 3.5 Exp. 23. Comparación de insecticidas y fungicidas + insecticidas en el combate de la muerte regresiva.
- 3.6 Exp. 25. Estudio con fungicidas en el combate de la pudrición de la mazorca de cacao causada por *Phytophthora palmivora*.
- 3.7 Exp. 26. Estudio de la herencia de la resistencia a *Ceratocystis fimbriata*.
- 3.8 Exp. 14 en Turrialba. Herencia a la resistencia a *P. palmivora*
- 3.9 Exp. 29 en La Lola. Herencia a la resistencia a *Phytophthora palmivora*.

#### 4. Horticultura

- 4.1 Exp. 20. Selección temprana por vigor de plántulas híbridas.
- 4.2 Exp. 22. Densidad de siembra con híbridos de cacao.
- 4.3 H. No. 1. Ensayo de híbridos interclonales, progenies de polinización abierta de clones amazónicos autoincompatibles.
- 4.4 H. No. 2. Ensayo de rendimiento y reacción a las principales enfermedades de 15 combinaciones híbridas interclonales.
- 4.5 H. No. 3. Mejoramiento del rendimiento del cacao por hibridación. Ensayos regionales de híbridos.
- 4.6 T. No. 1. Comparación de seis clones UF propagados por estacas, injertos y por semillas.
- 4.7 T. No. 3. Ensayo regional de híbridos.
- 4.8 T. No. 4. Prueba de rendimiento, calidad y reacción a enfermedades de ocho híbridos entre clones UF y CC.
- 4.9 T. No. 5. Ensayo de rendimiento, calidad y reacción a enfermedades de 12 híbridos entre clones UF y CC.
- 4.10. T. No. 6. Ensayo de rendimiento, reacción natural a las enfermedades y calidad de cinco híbridos de clones UF por una selección tipo "Matina".
- 4.11 T. No. 7. Estudio del vigor y la heredabilidad de rendimiento y otras características de híbridos, progenies autofecundadas y plantas de polinización abierta de los clones UF 613 y UF 221.
- 4.12 T. No. 8. Estudio de la herencia de la resistencia o susceptibilidad a la buba flora en cacao.



- 4.13 T. No. 9. Herencia de tipos de mazorca de pentágono, criollo y amelonado.
- 4.14 T. No. 11. Aleatorización del material irradiado.
- 4.15 T. No. 12. Prueba de híbridos de catongo y criollo.
- 4.16 T. No. 13. Prueba de rendimiento de clones de origen "Nacional".  
Ver Cuadros 6 al 9.

#### Recomendación de Material

Al momento de escribir este informe el CATIE está recomendando una serie de híbridos interclonales, cuya lista se adjunta en el Cuadro 9a.

Esta lista deberá cambiar constantemente debido a la información que se siga obteniendo, tanto de los ensayos del mismo Centro como de los ensayos que se efectúen en otros países. El objetivo de tener una buena cantidad de híbridos de padres de diferentes orígenes es el de tener en el campo de los agricultores una buena variabilidad genética, lo que garantizará en el futuro la resistencia a la mayoría de las enfermedades y la mayor posibilidad de adaptación de las plantas al lugar.

Como en la mayoría de los países centroamericanos no se conoce la respuesta de adaptación de la mayoría de estos híbridos, se seguirá recomendando la mezcla de mayor número posible de híbridos.

Además de estos híbridos se está recomendando semilla de polinización abierta de tres clones que son EET-400, Pound-7 y UF-29, debido a que se sabe que se puede obtener rendimientos muy altos con este material y que siendo de diferentes orígenes cada uno ayuda a la polinización de los híbridos.

Cuadro 6. Caracteres de los experimentos de La Lola (LL), Turrialba (T) y La Hulera (H)

Exp. N°	Diseño	Rept.	Arbol/ parcela	Distancia de siembra	Años de duración
MEJORAMIENTO GENETICO					
LL.1	Látice balanceado	5	6	3x3	12
LL.4	Bloques al azar	6	16	4x4-3x5	10
LL.3	9 Subexperimentos cada uno en B.A.	4	5	3x3	11
LL.8	Látice cuádruple 5x5	3	9	3x3	9
LL.9	Bloques al azar	3	20	2x2	9
LL.11	Bloques al azar	4	16	3x3	9
LL.12	Bloques al azar	5	16	3x3	9
LL.14	Bloques al azar		20, 50, 100	3x4	9
LL.17	Bloques al azar	4	16	4x2, 35	6
LL.18	Látice cuádruple	4	18	2x2	5
LL.19	Látice rectangular cuádruple 7x8	4	16	2x2	12
LL.26	Látice simple	2	15	2x2	13
LL.27	Látice simple	2	6	2x4	13
LL.28	Bloques al azar	5	6	2x2	10
FERTILIZACION					
LL.2	Factorial $2^3 \times 2$	6	10	3x3	12
LL.7	Factorial $3^2 \times 2^2$	2	9	4x4	8
SANIDAD VEGETAL					
T.14	Látice balanceado	4	6	3x3	8

(continua)

Cuadro 6 (Continuación)

Exp. N°	Diseño	Rept.	Arbol/ parcela	Distancia de siembra	Años de duración
LL.29	Látice balanceado	4	6	3x3	8
LL.6	Bloques al azar	3	70	4x4	5
LL.10	Parcelas divididas	6	10	3x3	4
LL.13	Bloques al azar	5	4	3x3	8
LL.16	Bloques al azar	4	49	4x4	3
LL.23	Bloques al azar	6	20	4x4	3
LL.25	Bloques al azar	4	30	4x4	2
HORTICULTURA					
LL.20	Bloques al azar	3	16	2x2	12
LL.22	Bloques al azar	3	4-6-9	4x4-4x2-2x2	10
H.1	Bloques al azar	4	12	2x2	15
H.2	Bloques irrestrictamente al azar con diferente número de parcelas	6	11	4x2,5	15
H.3	Bloques al azar	6	11	4x2,5	8
T.1	Bloques al azar	4	6	3x3	15
T.3	Bloques al azar	4	16	3x3	15
T.4	Bloques al azar	5	16	3x3	15
T.5	Bloques irrestrictamente al azar	4	16	3x3	15
T.6	Bloques al azar	4	32	2x2	15
T.7	Bloques al azar	4	16	2x2,5	15
T.8	Bloques al azar	4	15	2x2,5	15
T.9	Bloques al azar	5	15	2x2,5	10
T.11	Bloques al azar	4	6	2x2	10

Cuadro 7. Características de los ensayos de La Lola y Turrialba

Exp. N°	Años	Clones	Híbridos	Auto fecundado	Polinizac abierta	Matina control
MEJORAMIENTO GENETICO						
LL 1	1955-66	10	-	-	5	1
LL 3	1955-65	-	-	-	9	1
LL 8	1961-69	25	-	-	-	-
LL 9	1959-67	-	13	-	2	1
LL 11	1959-67	2	3	-	2	1
LL 12	1959-67	-	3	-	2	1
LL 14	1961-69	3	2	-	-	1
LL 17	1962-67	-	9	1	-	-
LL 18	1963-67	1	24	-	1	-
LL 19	1965-76	11	45	-	-	1
LL 26	1966-	6	30	-	-	-
LL 27	1966-	36	-	-	-	-
LL 28	1966-75	-	10	-	-	-
HORTICULTURA						
T 3	1960	-	8	-	3	1
H 3	1959	-	13	-	1	-
T 4	1960	-	7	-	1	-
T 5	1960	-	16	-	-	-
T 6	1961	-	6	-	-	-
T 7	1961	2	1	2	2	-
T 8	1961	-	5	-	1	-
T 9	1961	-	10	-	-	-
T 11	1967	-	11	-	4	-
T 12	1970	-	16	1	-	1
T 13	1971	20	-	-	-	-
LL 20	1965	-	3	-	-	-
LL 22	1965-70	-	3	-	-	-

(Continúa)

Cuadro 7 (continuación)

Exp. N°	Años	Clones	Híbridos	Auto fecundado	Polinizac. abierta	Matina control
<b>FERTILIZACION</b>						
LL 2	1954	1	-	-	-	-
LL 7	1958	1	-	-	-	-
<b>SANIDAD VEGETAL</b>						
LL 6	1958	-	-	-	-	630
LL 10	1958	20	-	-	-	-
LL 13	1959	-	-	-	-	450
LL 16	1961	-	-	-	196	-
LL 23	1965	-	-	-	240	-
LL 25	1966	-	-	-	120	-
LL 26	1972	5	42	2	-	-

Cuadro 8. Lista de los más importantes clones o variedades probadas por el CATIE.

---

Catongo	CC 137	R 10
CC 9	CC 139	R 13
CC 10	CC 143	R 30
CC 17	CC 144	R 48
CC 18	CC 152	R 52
CC 27	CC 169	R 56
CC 30	CC 173	SPA-9
CC 33	CC 175	SCA 6
CC 34	CC 178	SCA 12
CC 41	EET 48	U.F. 10
CC 42	EET 52	U.F. 12
CC 45	EET 53	U.F. 29
CC 54	EET 62	U.F. 168
CC 67	EET 64	U.F. 221
CC 69	EET 94	U.F. 296
CC 74	EET 95	U.F. 613
CC 83	EET 162	U.F. 650
CC 100	EET 228	U.F. 654
CC 106	EET 400	U.F. 667
CC 107	ICS 1	U.F. 668
CC 120	ICS 45	U.F. 672
CC 121	IMC 67	U.F. 676
CC 124	Pound 7	U.F. 677
CC 128	Pound 12	U.F. 704
CC 132	R 2	U.F. 705
CC 136		

---

Cuadro 9. Lista de los híbridos en diversos ensayos de campo del CATIE.

---

CATONGO x A5SB HULERA	CC 42 x POUND 7
CATONGO x A20S HULERA	CC 42 x SCA 6
CATONGO x CC 42	CC 42 x U.F. 29
CATONGO x CRIOLLO NICA F.	CC 42 x U.F. 613
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H4A16	CC 42 x U.F. 676
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H6A8	ICS 1 x ICS 45
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H6A7	ICS 1 x IMC 67
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H7A1	ICS 1 x POUND 12
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H7A5	ICS 1 x SCA 6
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H7A18	ICS 1 x SPA 9
CATONGO x (CRIOLLO 3 x CATONGO) H7A9	ICS 1 x IMC 67
CATONGO x (CRIOLLO NIC. x CRIOLLO NIC.) H4A16	ICS 1 x T3B1P6A6
CATONGO x (CRIOLLO NIC. x CRIOLLO NIC.) H7A5	ICS 1 x T3BA21
CATONGO x (CRIOLLO NIC. x CRIOLLO NIC.) H7A19	ICS 1 x U.F. 613
CATONGO x POUND 7	ICS 39 x TSH-644
CATONGO x POUND 12	IMC 67 x ICS 1
CATONGO x SCA. 6	IMC 67 x ICS 45
CATONGO x ( <u>T. pentágona</u> x CATONGO B)	IMC 67 x POUND 12
CATONGO x U.F. 29	IMC 67 x P.A. 13
CATONGO x U.F. 613	IMC 67 x P.A. 30
CATONGO x U.F. 676	IMC 67 x R-101
CC 42 x CATONGO	IMC 67 x SCA 6

Cuadro 9. (Continuación).

IMC 67 x TSH-644	POUND 12 x R-2
IMC 67 x T3BA6	POUND 12 x R-23
IMC 67 x T3BA21	POUND 12 x T3BA6
IMC 67 x U.F. 613	POUND 12 x <u>T. pentágona</u> 1
IMC 67 x U.F. 654	POUND 12 x U.F. 12
IMC 67 x CRIOLLO 79	POUND 12 x U.F. 613
IMC 67 x <u>T. pentágona</u>	POUND 12 x SCA 12
MATINA x CATONGO	R-2 x POUND 7
MATINA x <u>T. pentágona</u>	R-2 x IAL-407
MATINA x CRIOLLO 79	SCA 6 x CATONGO
POUND 7 x CATONGO	SCA 6 x ICS 6
POUND 7 x R-101	SCA 6 x ICS 39
POUND 7 x CRIOLLO 79	SCA 6 x <u>T. pentágona</u>
POUND 7 x C.C. 42	SCA 6 x IMC 67
POUND 7 x SCA 6	SCA 6 x U.F. 667
POUND 7 x U.F. 29	SCA 12 x EET 62
POUND 7 x U.F. 613	SCA 12 x ICS 1
POUND 7 x U.F. 676	SCA 12 x ICS 6
POUND 12 x CATONGO	SCA 12 x ICS 39
POUND 12 x ICS 1	SPA 9 x ICS 1
POUND 12 x ICS 45	SPA 9 x T3BA6
POUND 12 x CRIOLLO 35	SPA 9 x T3BA21
POUND 12 x CRIOLLO 79	SPA 9 x U.F. 613



Cuadro 9. (Continuación)

U.F. 12 x CC 9	U.F. 29 x U.F. 606
U.F. 12 x CC 17	U.F. 29 x U.F. 613
U.F. 12 x CC 18	U.F. 29 x U.F. 676
U.F. 12 x IMC 67	U.F. 221 x CC 9
U.F. 12 x POUND 7	U.F. 221 x CC 17
U.F. 12 x POUND 12	U.F. 221 x CC 18
U.F. 12 x SCA 6	U.F. 221 x POUND 12
U.F. 12 x U.F. 29	U.F. 221 x <u>T. pentágona</u> 1
U.F. 12 x U.F. 122	U.F. 221 x U.F. 29
U.F. 29 x CATONGO	U.F. 221 x U.F. 650
U.F. 29 x CRIOLLO 79	U.F. 221 x U.F. 668
U.F. 29 x CC 42	U.F. 221 x MATINA 1
U.F. 29 x R-2	U.F. 221 x ORDINARIO
U.F. 29 x R-23	U.F. 221 x IMC 67
U.F. 29 x SCA 6	U.F. 296 x CATONGO
U.F. 29 x SCA 12	U.F. 296 x CC 9
U.F. 29 x IMC 67	U.F. 296 x CC 17
U.F. 29 x POUND 7	U.F. 296 x CC 18
U.F. 29 x U.F. 12	U.F. 296 x R 101
U.F. 29 x <u>T. pentágona</u>	U.F. 613 x CATONGO
U.F. 29 x U.F. 221	U.F. 613 x SCA 6
U.F. 29 x U.F. 242	U.F. 613 x CC 9
U.F. 29 x U.F. 273	U.F. 613 x CC 17
U.F. 29 x U.F. 601	U.F. 613 x CC 18

Cuadro 9. (Continuación)

U.F. 613 z CC 80	U.F. 650 x U.F. 221
U.F. 613 x IMC 67	U.F. 650 x U.F. 613
U.F. 613 x U.F. 12	U.F. 650 x MATINA 1
U.F. 613 x U.F. 29	U.F. 654 x CC 9
U.F. 613 x U.F. 221	U.F. 654 x CC 18
U.F. 613 x U.F. 676	U.F. 654 x IMC 67
U.F. 613 x U.F. 677	U.F. 654 x MATINA
U.F. 613 x U.F. 668	U.F. 654 x POUND 7
U.F. 613 x U.F. 767	U.F. 654 x POUND 12
U.F. 613 x ORDINARIO	U.F. 654 x SCA 6
U.F. 613 x R-2	U.F. 654 x U.F. 29
U.F. 613 x R-23	U.F. 667 x MATINA
U.F. 613 x R-101	U.F. 667 x POUND 7
U.F. 613 x MATINA	U.F. 667 x POUND 12
U.F. 613 x POUND 7	U.F. 667 x U.F. 29
U.F. 613 x POUND 12	U.F. 667 x U.F. 613
U.F. 613 x ICS 1	U.F. 667 x IMC 67
U.F. 613 x ICS 45	U.F. 677 x SCA 6
U.F. 613 x S.P.A. 9	U.F. 668 x CC 18
U.F. 613 x T9BP6A6	U.F. 668 x SCA 6
U.F. 613 x IMC 67	U.F. 668 x IMC 67
U.F. 650 x CC 18	U.F. 668 x U.F. 29
U.F. 650 x U.F. 29	U.F. 668 x U.F. 613

Cuadro 9. (Continuación)

U.F. 668 x MATINA 1	ARBOL 2 x <u>T. pentágona</u> 2
U.F. 668 x POUND 7	S. blanca x <u>T. pentágona</u> 2
U.F. 668 x POUND 12	IMC 67 x ICS p.a.
U.F. 668 x <u>T. pentágona</u> 2	SCA 6 x ICS p.a.
U.F. 676 x CATONGO	PA-150 x ICS p.a.
U.F. 676 x IMC 67	SCA 12 x ICS p.a.
U.F. 676 x SCA 6	PA 121 x ICS p.a.
U.F. 676 x CC 42	Pentágona 1 x POUND 7
U.F. 676 x POUND 7	Pentágona 1 x POUND 12
U.F. 676 x U.F. 29	Pentágona 1 x SCA 6
U.F. 676 x U.F. 613	Pentágona 1 x IMC 67
U.F. 677 x CC 9	Pentágona 1 x U.F. 29
U.F. 677 x SCA 6	Pentágona 1 x MATINA
U.F. 677 x POUND 7	CRIOLLO 79 x POUND 7
U.F. 677 x POUND 12	CRIOLLO 79 x POUND 12
U.F. 677 x U.F. 613	CRIOLLO 79 x SCA 6
U.F. 677 x MATINA	CRIOLLO 79 x U.F. 29
U.F. 677 x IMC. 67	CRIOLLO 79 x IMC 67
U.F. 677 x U.F. 13	CRIOLLO 79 x MATINA
U.F. 677 x U.F. 29	U.F. 273 x U.F. 112
U.F. 688 x <u>T. pentágona</u> 1	U.F. 273 x U.F. 191
E.E.T. 48 x SCA 12	U.F. 242 x U.F. 273
CRIOLLO 2 x <u>T. pentágona</u> 2	U.F. 242 x U.F. 29

Cuadro 9 (Continuación)

U.F. 242 x U.F. 191

U.F. 273 x U.F. 606

U.F. 273 x U.F. 29

U.F. 20 x U.F. 122

U.F. 242 x U.F. 606

U.F. 242 x U.F. 122

U.F. 191 x U.F. 29

U.F. 242 x U.F. 601

---

Cuadro 9a. Lista de los cruces que el CATIE está recomendando como líneas sobresalientes.

---

1. CATONGO x POUND-7	18. UF-12 x IMC-67
2. CATONGO x POUND-12	19. UF-29 x IMC-67
3. EET-48 x SCA-12	20. UF-296 x CC-18
4. EET-96 x SCA-12	21. UF-613 x IMC-67
5. EET-162 x SCA-12	22. UF-613 x POUND-7
6. EET-400 x SCA-12	23. UF-613 x POUND-12
7. ICS-6 x SCA-12	24. UF-613`x SPA-9
8. IMC-67 x SCA-12	25. UF-654 x POUND-7
9. IMC-67 x UF-613	26. UF-667 x IMC-67
10. IMC-67 x UF-654	27. UF-667 x SCA-12
11. POUND-12 x CATONGO	28. UF-668 x IMC-67
12. POUND-12 x UF-12	29. UF-668 x POUND-7
13. POUND-12 x UF-667	30. UF-668 x POUND-12
14. SCA-6 x EET-62	31. UF-676 x IMC-67
15. SCA-6 x EET-95	32. UF-667 x IMC-67
16. SPA-9 x UF-613	33. UF-667 x POUND-7
17. UF-12 x POUND-7	34. UF-677 x POUND-12

---

El rendimiento de estos materiales no está distribuido regularmente durante el año. El Cuadro 10 resume el promedio de producción mensual de la finca La Lola para el período 1952-1957 de cacao húmedo y seco, y el porcentaje respectivo. Como se puede ver, hay una mayor producción de cacao durante los meses de abril y mayo, pero la mayor concentración de la producción está entre octubre y noviembre.

Un estudio más en detalle de un período mayor que va de julio de 1950 hasta junio de 1968, se presenta en el Cuadro 11, el cual expresa el porcentaje de rendimiento promedio mensual y relativo anual, durante este período.

Un estudio minucioso de este cuadro hace ver que en forma similar las producciones promedias se encuentran mayormente en los mismos meses que los datos del cuadro 10, esto también se debe a que los datos anteriores están comprendidos dentro de este segundo estudio.

Es muy importante observar que el rendimiento varía bastante de año en año, pero hay años que el rendimiento de la finca llegará a triplicar el rendimiento de otros. Tal es el caso si comparamos el año 1965-1966 con el año 1955-56 o con el año 1958-59. Esta enorme variación se debe a muchos factores, especialmente los climatológicos. Para tener una relación de los factores climatológicos se inserta la figura 1 en la cual se puede notar la influencia de cada uno de los factores en el rendimiento mensual de la finca (23) y algunas de las relaciones fenológicas con la brotación, floración y el crecimiento del fruto.

La Figura 2 establece una relación más clara de la diferencia de cosecha en cada uno los meses del año. Se puede observar los dos picos de producción y se ve que durante el mes de agosto se obtienen los rendimientos más bajos.

Cuadro 10. Promedio de producción mensual para el período 1952 - 1957  
en Kg. cacao húmedo

Meses	Kg. Cacao húmedo	Kg/Ha Cacao Seco	%
Enero	10,601	49,31	6,43
Febrero	11,166	51,93	6,77
Marzo	8,001	37,21	4,85
Abril	17,731	82,47	10,76
Mayo	17,301	80,47	10,50
Junio	5,401	25,12	3,28
Julio	5,631	26,19	3,42
Agosto	5,621	26,14	3,41
Setiembre	13,533	62,94	8,21
Octubre	26,052	121,17	15,81
Noviembre	30,828	143,39	18,70
Diciembre	12,939	60,18	7,85

Fuente: Archivos de la Finca Experimental La Lola. 86 ha. de extensión.  
Producción Promedio Anual de Cacao Seco 766,53 Kgr/ha.

Cuadro 11. Porcentaje de la producción promedio anual del cacao en la Finca "La Lola". Julio 1950 a Julio 1968.

AÑOS	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	%
1950-51	7.2	3.8	4.2	2.6	3.8	5.5	1.2	1.8	2.5	11.3	4.6	3.0	51.5
1951-52	1.8	1.7	7.2	11.7	20.5	20.7	8.9	7.9	5.6	21.6	22.1	5.5	135.2
1952-53	6.4	4.8	4.6	12.2	17.0	9.7	15.7	12.9	7.8	6.6	9.3	2.4	109.4
1953-54	1.8	3.6	3.4	18.2	16.4	17.4	6.9	13.3	3.5	18.6	21.5	7.1	131.7
1954-55	4.6	2.1	2.6	18.1	17.2	9.8	2.3	3.4	4.2	10.2	7.8	4.5	86.8
1955-56	10.0	11.4	34.7	28.3	23.0	26.4	11.4	4.1	8.7	15.0	8.2	1.4	182.6
1956-57	3.4	0.8	1.5	19.8	28.9	9.1	8.4	9.4	6.2	17.0	8.2	4.2	116.9
1957-58	6.4	3.2	15.5	12.3	28.2	6.2	3.5	5.0	6.2	6.4	3.8	2.4	99.1
1958-59	2.7	3.0	3.1	26.1	21.1	6.2	5.0	4.6	5.3	20.5	26.3	19.4	143.3
1959-60	11.6	8.5	3.5	9.5	9.8	6.3	6.0	6.1	4.0	4.3	8.4	15.8	93.8
1960-61	6.7	4.1	2.0	21.2	22.0	10.8	3.4	5.2	7.2	11.7	12.2	5.5	112.0
1961-62	2.8	8.4	10.7	7.6	7.1	3.2	3.4	5.7	7.7	8.3	7.6	5.0	77.5
1962-63	9.2	3.8	12.4	20.1	19.1	5.4	2.7	2.7	4.8	4.8	3.8	3.4	92.2
1963-64	2.6	1.9	4.1	12.3	16.3	8.0	5.9	4.7	6.2	10.6	4.2	1.4	78.2
1964-65	1.0	3.0	15.0	13.0	12.9	7.6	6.6	5.8	6.5	8.5	6.0	2.4	88.3
1965-66	1.0	1.8	2.8	5.6	9.3	3.8	2.9	4.2	4.2	6.4	8.5	2.3	52.8
1966-67	2.0	1.4	1.9	18.7	25.6	14.0	4.8	3.6	1.6	2.7	6.0	2.0	84.3
1967-68	3.8	1.4	3.2	12.6	8.7	7.6	3.8	3.1	3.8	8.8	3.6	3.3	63.7
Promedio	4.8	3.8	7.4	15.0	17.0	9.9	5.7	5.7	5.3	10.7	9.6	5.1	100.0

Promedio Anual 125.114 Kg Cacao Húmedo

Fuente Trojer 1968 (23)



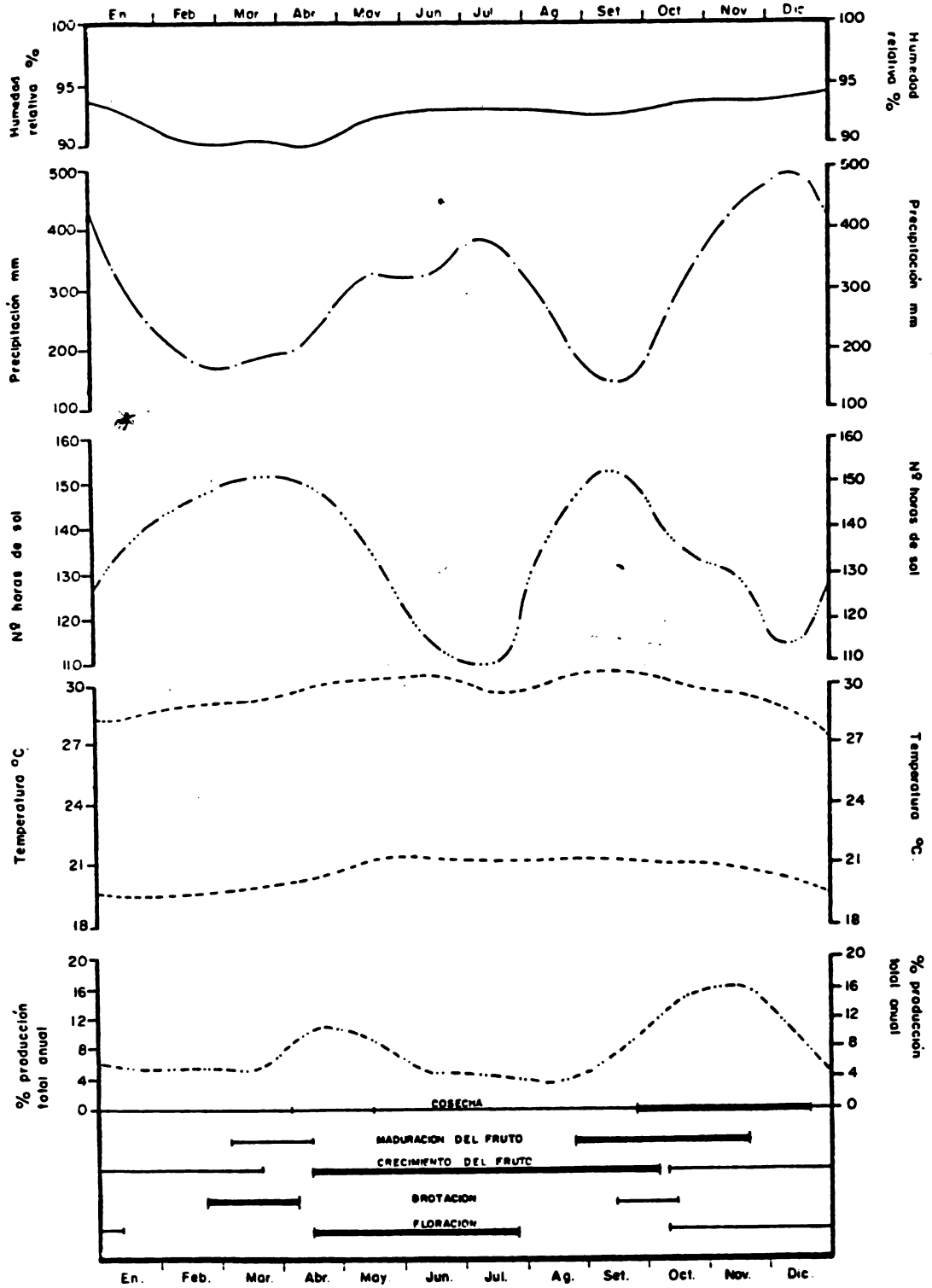


Fig. 1 Fenograma del cacao (*Theobroma cacao*) en las condiciones de la finca "La Lola", zona Atlántica de Costa Rica

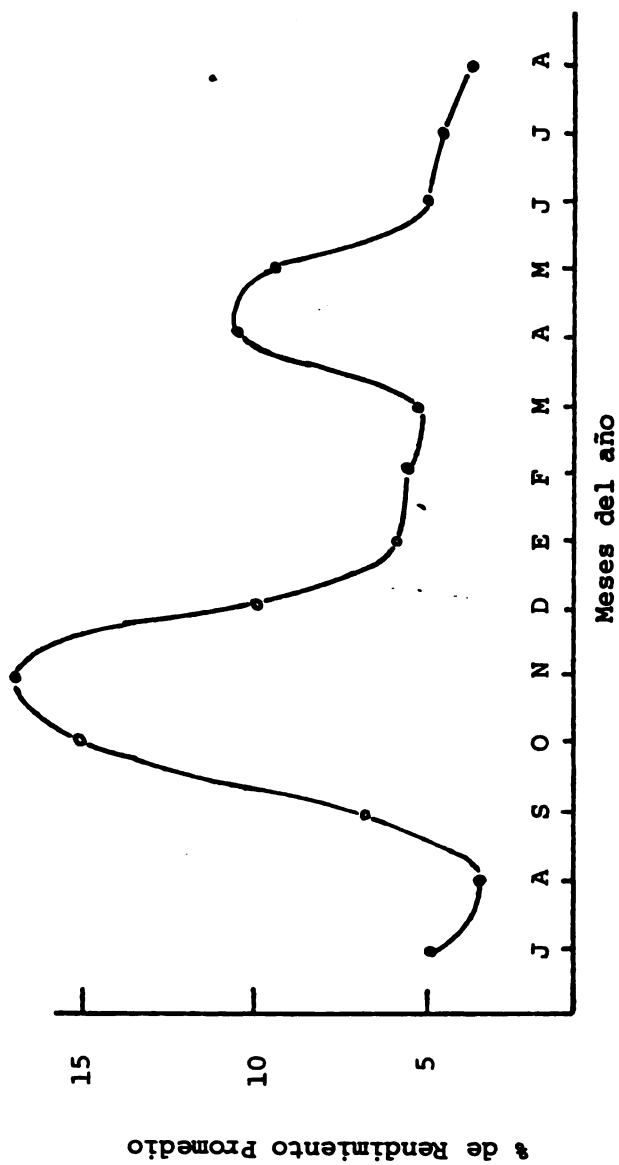


Figura 2 . Curva de rendimiento promedio de 18 años expresado en porcentaje del total general (Julio 1950 - Agosto 1968)

### COSTOS DE PRODUCCION

Los costos de producción varían mucho de lugar a lugar, pues dependen del costo de muchos de los insumos y en especial del costo de la mano de obra.

Los costos de preparación de las plantas desde el vivero también pueden variar mucho. Algunos agricultores acostumbran sembrar directamente en el lugar definitivo, puesto que ya tienen listo todo, incluso la sombra, evitando así el costo del semillero y el vivero, pero el número de plantas perdidas y la resiembra pueden ser mucho más caros y si se suma el costo del cuidado de las plantas, hacen de ésta una práctica poco recomendable.

En el Cuadro 12 se presentan los costos para un semillero y vivero, en el que deben permanecer las plantas por espacio de seis meses hasta que se pueda trasplantarlas al lugar definitivo; esto dará la oportunidad de seleccionar algo el material para que salgan al campo sólo las mejores plantas, eliminando las plantitas raquílicas o mal formadas.

Los costos de producción para el primer año de vida del cacaotal están resumidos en el Cuadro 13, incluyendo tanto la mano de obra como los insumos.

Los costos de producción para el segundo, tercero y cuarto años se presentan en los Cuadros 14, 15 y 16, respectivamente; el resto de los años son muy similares al último, con la diferencia que no habrá la eliminación de las Musaceas y que la fertilización puede cambiar debido al estudio *in situ* del problema local y haya un ajuste adecuado de la calidad y cantidad de fertilizante a usarse.

Cuadro 12 . Costos de producción de un vivero de cacao por hectárea para plantaciones nuevas (6 meses)

Actividad	Insumos cantidad	Mano de obra Jornales
<b>Actividad</b>		
1. Preparación del terreno		
Limpia de área		1
Caña	12 cañas	
Sombra (hojas)		1
Bolsas de polietileno 25 x 25 cm con fuelle y perforada	1.200	
Llenado de las bolsas, preparando suelo		4
Fertilizante mezclado al suelo (Superfosfato triple)	10 Kg	
2. Siembra		
Semilla de cacao	1.200	
Siembra semilla en bolsas		0.5
Riegos (6 meses aproximadamente)		5
Fumigación:		
Plagas: Malathion 6 aplicaciones	120 cc	0.5
Enfermedades: Kocide 6 aplicaciones	120 g.	0.5
Abono (18-10-6-5) 6 aplicaciones	36 Kg	2
Limpieza de malas hierbas y drenajes		1
Suma parcial		10.5
Imprevistos 15%		1.5
Total		12.0

Cuadro 13 . Costos de producción de cacao por hectárea para  
plantaciones nuevas (Primer año)

Actividad	Insumos Cantidad	Mano de obra Jornales
<b>Actividad</b>		
1. Preparación del terreno		
a. Planeamiento inicial		5
b. Limpieza del terreno (socola baja)		4
c. Voltea		3
d. Destronque		5
e. Drenaje (100 m <sup>2</sup> )		25
f. Caminos (100 m <sup>2</sup> )		40
2. Plantación		
a. Estaquillado	1.111	
b. Hoyada (cacao y Musáceas)	2.222 huecos	24
c. Fertilización al hoyo:		
a) 10-30-10	112 Kg	2
b) Nitrato de amonio	67 Kg	
d. Siembra cacao		9
Resiembras		2
e. Combate de malezas		24
f. Combate de plagas y enfermedades		8
g. Sombras : siembra		
i) Inicial (Gandul o maíz)	50 Kg	4
ii) Temporal Musáceas	1.111 "semillas"	9
iii) Permanente (25 Matas)	25 matas	1
Control de Plagas: Myrex (formicida)	2 Kg	1
Control de enfermedades:		
a. Kocide 6 aplicaciones	1.5 Kg	
b. Adherente Tritón CS7	150 cc	
Fertilización a la planta:		
a) 20-10-6-5	334 Kg	2
b) K-Mag	34 Kg	
Suma parcial		168
Imprevistos 10%		17
<b>TOTAL</b>		<b>185</b>

Cuadro 14. Costos de producción de cacao por hectárea para plantaciones nuevas (Segundo año)

Actividades	Insumos Cantidad	Mano de obra Jornales
<b>Actividades</b>		
Poda de formación		2
Deschuponada		6
Resiembra fallas (cacao y sombras)	60 plantas	1
Combate de malezas (4)		
a. Rodajas		20
b. Chapias		10
Fertilización		3.5
20-10-6-5	334 Kg	
K-Mag	34 Kg	
Combate de plagas y enfermedades		
Insecticidas: Myrex (formicida)	2 Kg	1
Fungicidas: Kocide (6 aplicaciones)	1.5 Kg	8
Adherente Tritón CS-7	150 cc	
Mantenimiento de caminos y drenajes		12
Cosecha y transporte de las Musáceas	1100 racimos	20
Cosecha del gandul		<u>5</u>
Suma parcial		88.5
Imprevistos		<u>9.0</u>
<b>TOTAL</b>		<b>97.5</b>

Cuadro 15. Costos de producción de cacao por hectárea para plantaciones nuevas (Tercer año)

Actividades	Insumos cantidad	Mano de obra Jornales
Poda de formación y mantenimiento		4
Deschupona		5
Resiembra de fallas	20 plantas	0.5
Combate de malezas		
a) Chapia (una)		2.5
b) Rodajas (una)		5
c) Aplicaciones de herbicidas: Roundup (2) 2 galones		4
Fertilización		6
20-10-6-5	668 Kg	
M-mag	68 Kg	
Combate de plagas y enfermedades:		
Insecticidas: Myrex	2 Kg	1
Fungicidas: Kocide 101 (6 apl.)	1.5 Kg	8
Adherente Tritón CS-7	150 cc	
Mantenimiento drenajes y caminos		10
Cosecha y transporte de las <u>Musaceas</u>	1500 rac.	25
Cosecha de cacao, beneficio y secado	250 Kg	15
Costo (amortización) de la secadora (Samoa)		
(Costo aprox. total de US\$1.000) (10 años)		
Suma parcial		86
Imprevistos 10%		8.5
Total		94.5

**Cuadro 16. Costos de producción de cacao por hectárea para plantaciones nuevas (Cuarto año)**

<b>Actividades</b>	<b>Insumos cantidad</b>	<b>Mano de obra Jornales</b>
Poda de mantenimiento		6
Deschuponada		5
Combate de malezas y sombra temporal (Eliminar musáceas)		
Aplicación de herbicidas (Roundup)	1 galón	2
Fertilización		6
20-10-6-5	668 Kg	
K-mag	68 Kg	
Mantenimiento de drenajes y caminos		6
Cosecha de cacao	500 Kg	
Recolecta		12
Transporte		3
Beneficio		5
Costo (Amortización de la secadora Samoa)		
Suma parcial		45
Imprevistos 10%		4.5
<b>Total</b>		<b>49.5</b>

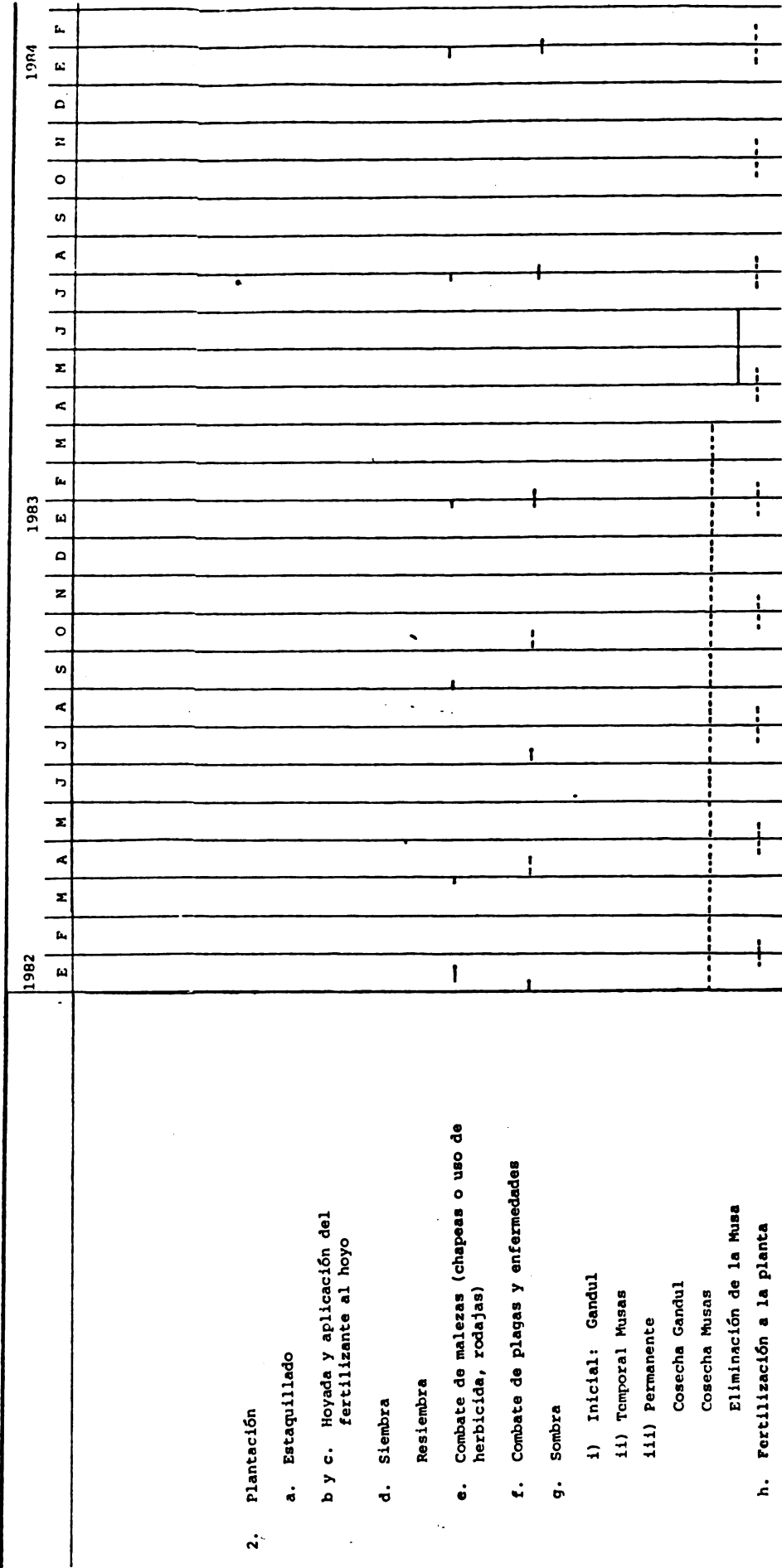


La figura 3 presenta un cronograma de actividades para la preparación de los semilleros y el mantenimiento del vivero por lo menos por seis meses. Si la empresa va a mantener los viveros por más tiempo y hacerlos en varias etapas, se debe hacer los ajustes necesarios, tanto a los costos como al cronograma de actividades.

En la figura 4 se establecen el cronograma de actividades de la plantación para los años 1, 2, 3 y 4. En él se consignan todas las operaciones mínimas para desarrollar una plantación adecuada.



Figura 4. (continuación)

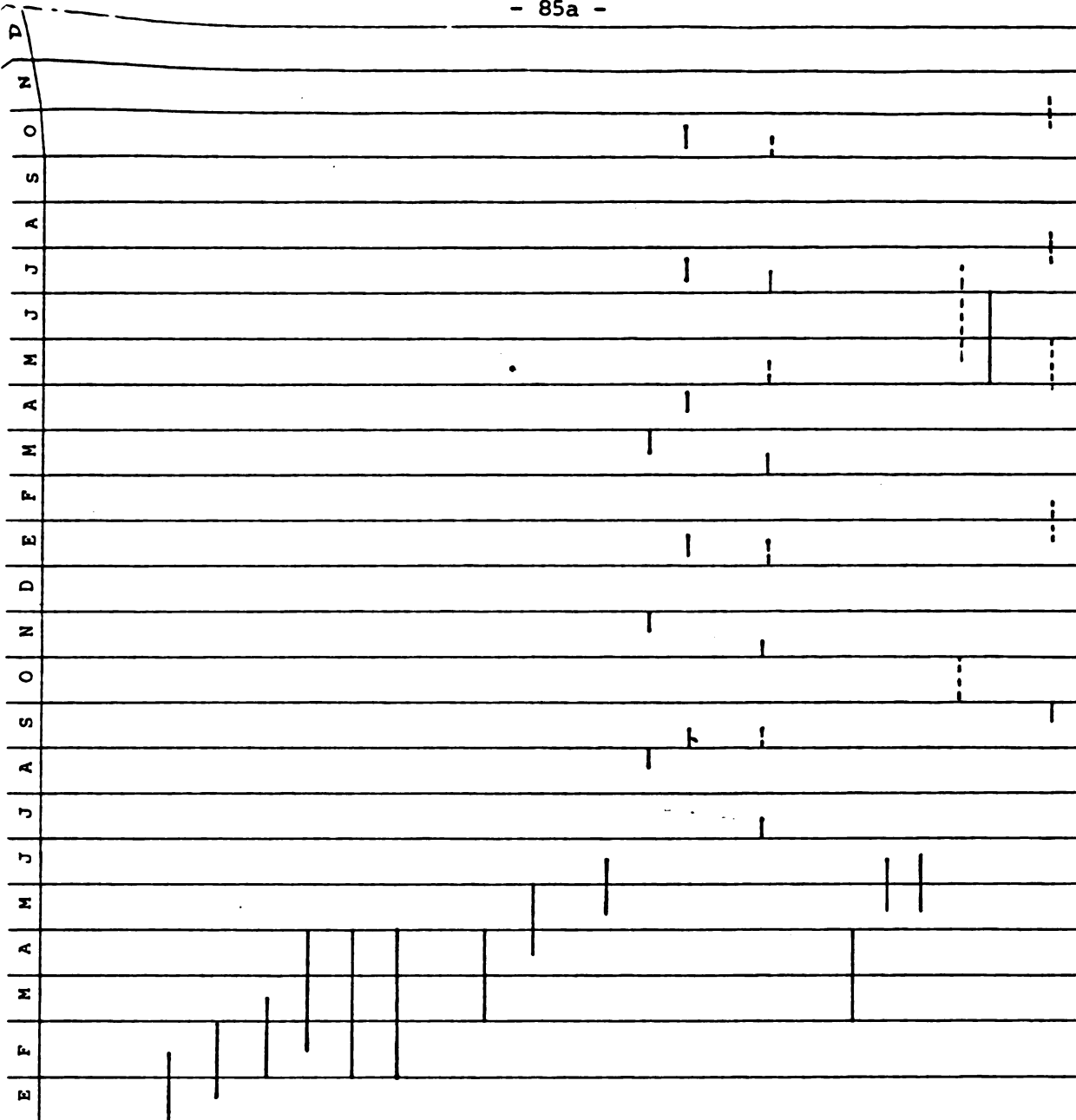


continúa

--- PLANTACION

1981

1980



continua



## ECOLOGIA DEL CACAO

Entre los factores que más importancia tienen, desde el punto de vista del cacao, la temperatura y la lluvia son sin duda los que pueden limitar la zona para el cultivo, puesto que éstos son considerados como los factores climáticos críticos para su desarrollo. Sin embargo, en algunos lugares, el viento puede ser, sin lugar a dudas, el factor limitante de más importancia sin considerar ninguno de los otros. La luz o radiación solar es considerada también como un factor importante. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra, pero bajo condiciones especiales de luminosidad y distribución o provisión de agua puede ser cultivada a plena exposición, aunque en estos casos los requerimientos de otros factores no deben ser olvidados como veremos más adelante.

La humedad relativa también tiene importancia puesto que de ella puede depender la facilidad de propagación de algunas enfermedades, especialmente de las mazorcas, sin embargo, su importancia no puede ser equiparada a los factores anteriormente mencionados, pero podría ser limitante bajo condiciones especiales.

Estos factores limitantes han concentrado el cultivo del cacao a un área bastante específica. Siempre se ha considerado que los límites para el cultivo del cacao tanto al norte como al sur del ecuador terrestre están a 20° aproximadamente. Sin embargo, bajo condiciones excepcionales, como en el Estado de Sao Paulo, Brasil, el cultivo se encuentra en una latitud que va ligeramente más al sur de lo que tradicionalmente se considera como límite del cultivo. Estos límites se han llamado el "límite frío". Este

límite frío en países dentro del área del Ecuador terrestre, pueden estar limitando por la altitud, la cual variará así que se vaya alejando de la línea equinoccial. En algunos lugares en la República de Ecuador se puede encontrar cacao, en condiciones relativamente buenas, a unos 1300 m.s.n.m., al igual que en Venezuela. En el Valle del Cauca en Palmira, Colombia, se cultiva a unos 1.000 m.s.n.m. con buenos resultados económicos.

Los otros factores que pueden limitar la producción del cacao son los factores del suelo, a los cuales le dedicamos un capítulo aparte.

#### TEMPERATURA

El cacao no soporta temperatura bajo cero, aunque éstas sean por poco tiempo.

Dependiendo de la localidad, el cacao puede crecer económicamente en lugares donde la temperatura no baja de 15 a 15,5 °C. Las temperaturas extremas muy altas pueden afectar momentáneamente alguna de las funciones de cualquiera de los órganos del árbol, pero en todo caso, nunca hay límite caliente, si se tiene en cuenta que es un cultivo que debe estar a la sombra y que por lo tanto las altas temperaturas provenientes del contacto directo de los rayos solares se disminuye considerablemente.

En muchos de los lugares donde mejor se produce cacao, la temperatura media fluctúa entre 25 - 26°C. Pero se pueden encontrar plantaciones comerciales de buenos rendimientos en lugares cuyo promedio es de 23°C. Los 21 °C como media se llama el "límite" medio anual de temperatura puesto que sería difícil cultivar cacao por debajo de esta media.

Hardy (13) considera que la temperatura mínima media absoluta es de

10°C pero en la práctica se puede ver que en Brasil, en el Estado de Sao Paulo, con una latitud de casi 25° sur, hay mínimas absolutas de 4° a 6°C y en los meses más fríos se pueden alcanzar promedios mensuales de 10°C (3).

La temperatura influye sobre algunos factores pertinentes al árbol de cacao, tales como la formación de flores y madurez del fruto (2).

La formación de flores depende mucho de la temperatura, cuando ésta fluctúa alrededor de 21°C o menos, casi no hay formación de flores, mientras que cuando alcanza 25°C las flores se forman normalmente. Esto hace que en algunos lugares como en Urusuca, Brasil, la producción de mazorcas sea estacional y que durante algunas semanas no se puedan cosechar mazorcas debido a que en los meses de julio, agosto y septiembre los promedios mensuales están por debajo de los 22°C (14). Por el contrario, en Pichilingue, Ecuador, donde las medias mensuales de temperatura nunca bajan de 22,8°C se pueden tener mazorcas durante todo el año, aunque durante algunos meses las cosechas son bastante bajas, pero eso se debe a otros factores.

El tiempo de maduración de las frutas también es afectado por la temperatura, pues durante los meses más calurosos, los frutos generalmente maduran entre 140 y 175 días, mientras que cuando los frutos maduran en los meses más fríos o frescos, tardan entre 167 y 205 días. En Bahía, Brasil, se ha llegado a calcular una fórmula para estimar el número de días necesarios para la maduración del cacao llamado Catango:

$$N = \frac{2500}{T-9}$$

donde N es el número de días de maduración, T es la temperatura media diaria, después de la polinización.



La temperatura también afecta la calidad de la manteca de cacao, pues bajas temperaturas aumentan la proporción de grasas no saturadas en las semillas de cacao, lo que provoca un bajo punto de fusión de la manteca (3).

La temperatura afecta la apertura de las yemas y las brotaciones foliares; se estima que una diferencia de 9°C entre la máxima y la mínima durante las medias mensuales provoca una brotación. En algunos lugares como Ecuador estas diferencias se mantienen durante casi todo el año bastante bajas, aunque entre diciembre y abril algunos días pueden alcanzar estos niveles, provocando nuevas brotaciones durante esta época en la mayoría de los cacaotales. En La Lola, Costa Rica, estas diferencias se registran durante los meses de febrero y septiembre.

Otra parte del árbol afectado por la temperatura es el tronco, pues con temperaturas inferiores a 25,5°C se detiene su crecimiento. En algunos lugares, este efecto puede estar confundido con la cantidad de lluvia.

También la materia orgánica es afectada por la temperatura, pues cuando ésta sube de 25°C, aquéllas se descomponen rápidamente, llegándose al caso de que la descomposición es más rápida que la incorporación, pudiendo quedar desnudo el suelo.

Por último, la temperatura puede influenciar en el desarrollo de algunas enfermedades criptogámicas como es el caso de *Phytophthora palmivora* o pudrición negra, cuya diseminación y ataque se hace muy severo cuando la temperatura baja de 15,5°C (13, 14).

Varios son los factores que afectan la temperatura, tales como latitud, topografía, nubosidad y características de las precipitaciones. Muchos de estos factores se van alterando por el uso de sombra adecuada en cada lugar.

La temperatura de Siuna parece ser que se encuentra entre estos límites, pues su promedio es de  $26,2^{\circ}\text{C}$  pero su biotemperatura promedio es de  $23,9^{\circ}\text{C}$ , lo cual le coloca en una temperatura ideal para el cultivo del cacao. No hay datos sobre las mínimas absolutas ni el promedio de las mínimas para saber si éste es un factor limitante para esta zona, pero a juzgar por la biotemperatura, solamente el mes de mayo parece tener temperaturas algo bajas. La Figura 4a demuestra que mientras la temperatura media normal durante el mes de mayo es alta, la biotemperatura alcanza su punto más bajo.

La Figura 5 demuestra la variación mensual promedio de la temperatura y la biotemperatura. En este caso se ve que durante el mes de enero, tanto la media mensual de temperatura como la de biotemperatura son bastante bajas, es este mes el único que presenta un promedio de mínima absoluta bajo de  $23^{\circ}\text{C}$ , lo cual es reflejo de que la mínima absoluta durante los meses de enero y febrero es ligeramente inferior a  $15^{\circ}\text{C}$  en un promedio de 6 años (ver cuadros estudios de Holdridge). Algunos años las mínimas absolutas en otros meses pueden alcanzar valores hasta de  $13^{\circ}\text{C}$ . El hecho de que la mínima absoluta más baja se haya registrado en enero de 1977 con  $11,5^{\circ}\text{C}$  hace que no llegue a  $10^{\circ}\text{C}$ , lo que se ha considerado como el límite, lo que asegura a la zona como apta desde este punto de vista.

#### EL AGUA

En la mayoría de las regiones cacaoteras, la cantidad de lluvia excede la evapotranspiración, por lo tanto, el agua debe ser eliminada por otros medios. Si los suelos no son suficientemente drenados, la planta de cacao puede sufrir algunos daños y por lo tanto la producción puede reducirse

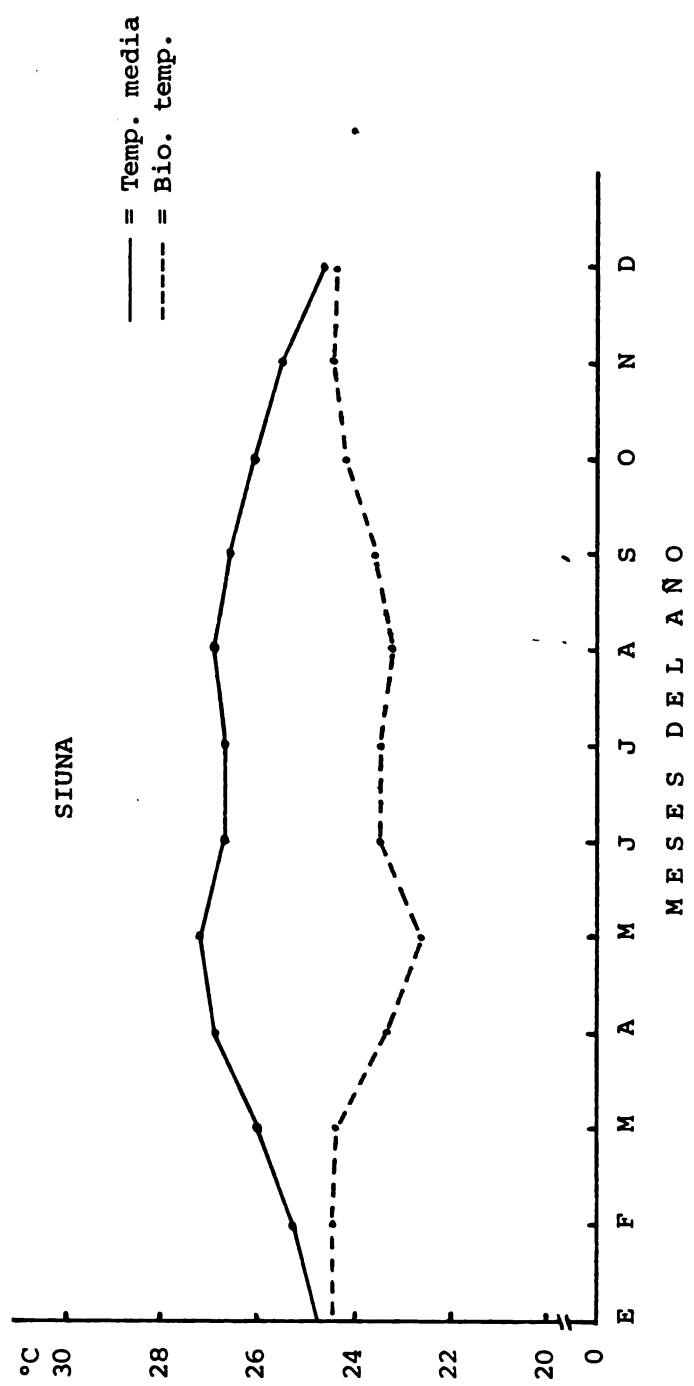


Figura 4. Curvas de temperatura y de biotemperatura para la localidad de Siuna

RÍO BLANCO

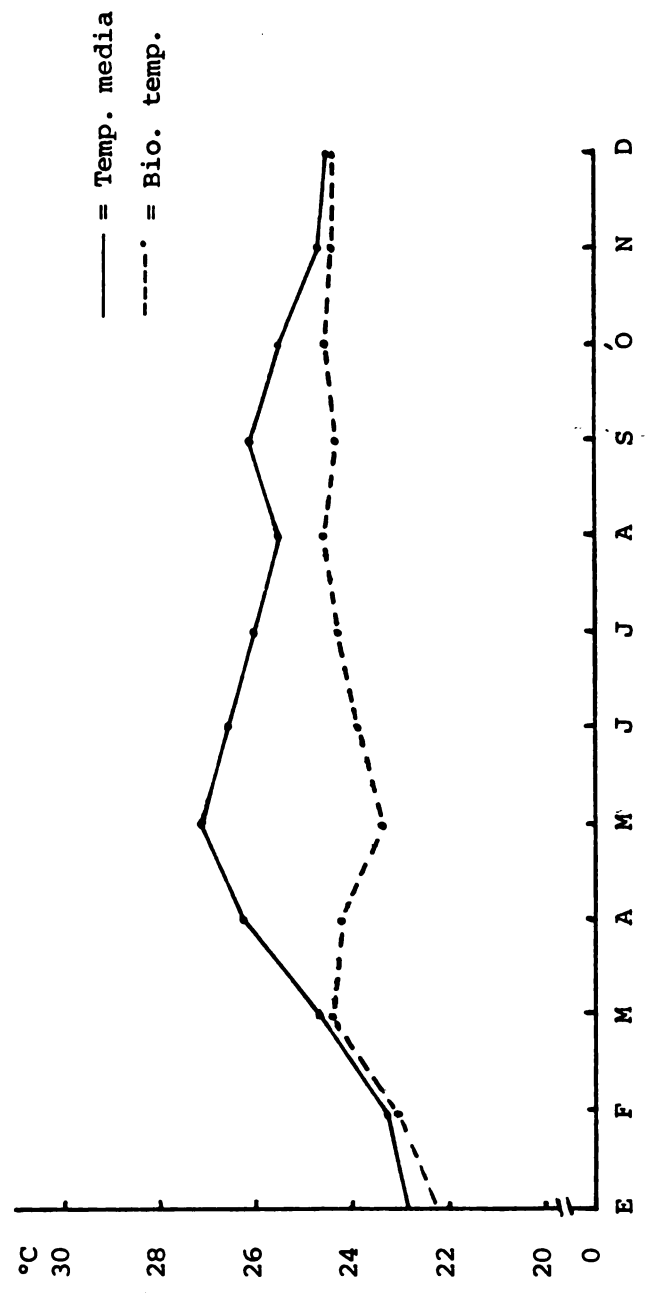


Figura 5. Curvas de temperatura y biotemperatura para la localidad de Río Blanco

considerablemente. Por otro lado, la planta de cacao es extremadamente sensible a la falta de agua, pues los estomas de las hojas se cierra aún con pequeños cambios (3,3%) del contenido de agua de ellos. El cierre de los estomas induce a una rápida baja del poder fotosintético de las hojas y por lo tanto el poder de producción de la planta. Si la falta de agua es persistente, la muerte de los tejidos o "quema" sobreviene rápidamente, con la muerte y caída de las hojas.

En algunos lugares como Quevedo, Ecuador; Golfito, Costa Rica; San Agustín, Trinidad; o el WACRI en Ghana, algunos meses no cubren el déficit de evapotranspiración; sin embargo, los árboles no se ven afectados debido a varios factores. Primero, a la baja temperatura de la época, a la protección de la sombra y a la alta humedad ambiental de la zona durante esos meses. En estos lugares los picos de producción están asociados a la cantidad de lluvia.

Si la temperatura se eleva durante los días de sequía, sería desastroso para la planta de cacao.

La cantidad de lluvia que satisface al cultivo, oscila entre 1.500 y 2.500 mm en las zonas bajas más cálidas y en 1.000 y 1.500 mm en las zonas más frescas o los valles altos como el del Cauca en Colombia.

En aquellas zonas donde la lluvia es mayor a los 4.000 mm por año, el cacao solamente podría ser económico en un suelo muy bien drenado o en suelos accidentados donde no haya acumulaciones de agua, pues un anegamiento por unos días provoca una asfixia de las raíces y su muerte en muy pocos días, lo que redundaría en algunos casos extremos en la muerte de la planta.

La distribución de la lluvia mensualmente juega un papel muy importante, tanto por su falta como por su exceso.

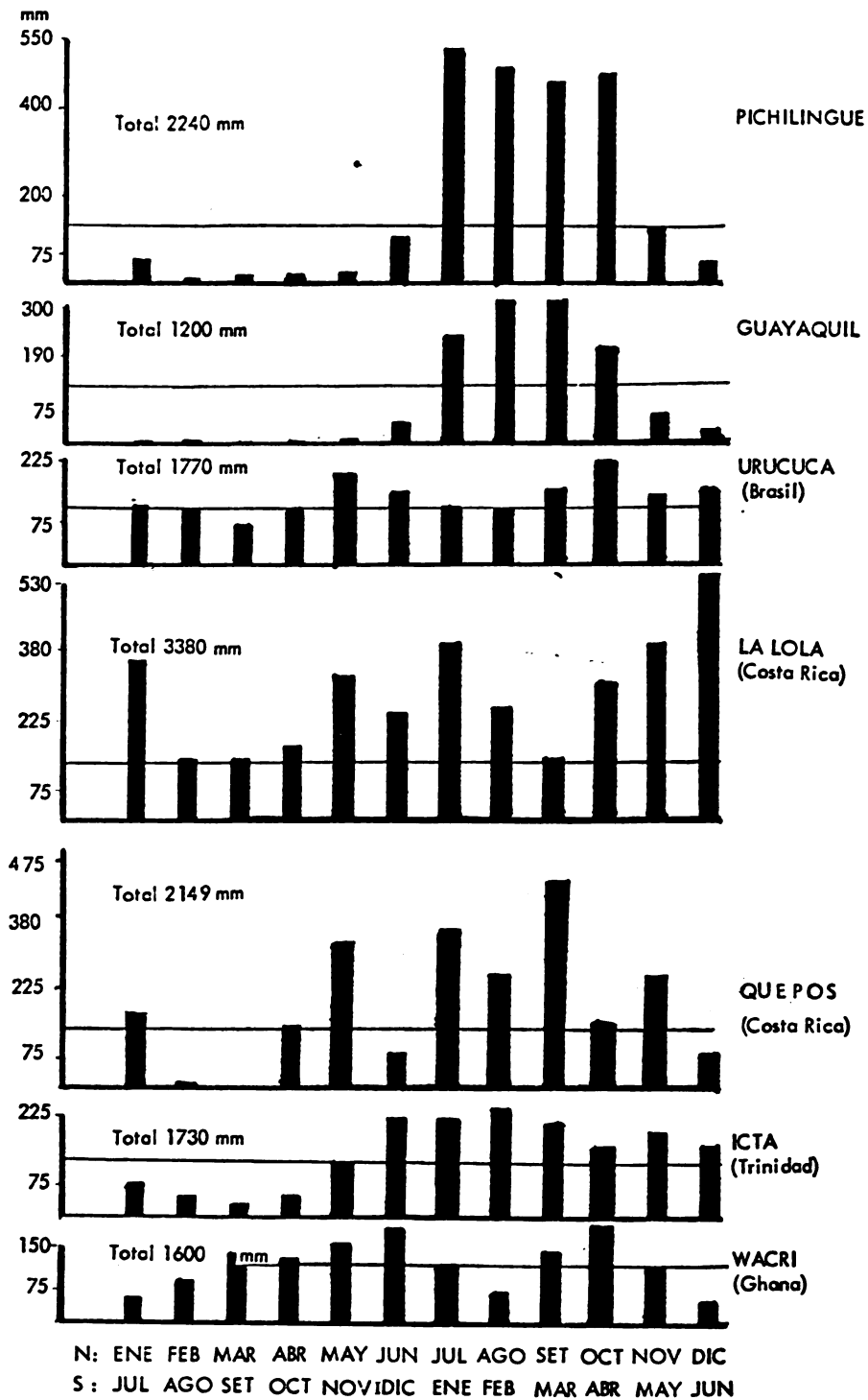
En algunos lugares como Urusuca, Brasil, y La Lola, Costa Rica, no tienen ningún déficit mensual, lo que hace lugares ideales para el cultivo bajo muy poca sombra, con uso intensivo de fertilizantes y prácticas que permiten altos rendimientos (Figura 6).

Si la época seca se prolonga relativamente en una zona, la cosecha se puede concentrar en períodos cortos, mientras que en lugares donde no hay ese período seco muy largo, se puede tener cosecha permanente durante todo el año con dos o tres picos, no muy pronunciados.

La figura 7 muestra la distribución mensual de la lluvia para Siuna, junto con la evapotranspiración potencial, lo que demuestra un déficit hídrico durante los meses de diciembre hasta aproximadamente abril, siendo bastante crítico en marzo. Si comparamos estos datos con los de Pichilingue (Ecuador) en la figura 6, los de Guayaquil (Ecuador), los de ICTA (Trinidad), podemos ver que hay de cuatro a ocho meses de déficit hídrico en estos lugares. Sin embargo, con un adecuado manejo del suelo y la sombra son excelentes lugares para la producción. Es notorio ver que los rendimientos bastante altos se pueden conseguir en La Lola donde no hay un solo mes con déficit, lo que la hace un lugar ideal para el cultivo de cacao desde este punto de vista.

Es importante insistir en que el cultivo de cacao es comercialmente importante en Ecuador, tanto en Pichilingue como en las cercanías de Guayaquil, debido a que la temperatura promedio es generalmente baja durante los meses en que hay déficit de agua, debido a que hay la permanente presencia de nubosidad, que reduce al mismo tiempo el brillo solar, lo que favorece al cacao que tiene menos actividad fisiológica.

FIGURA 6  
PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL



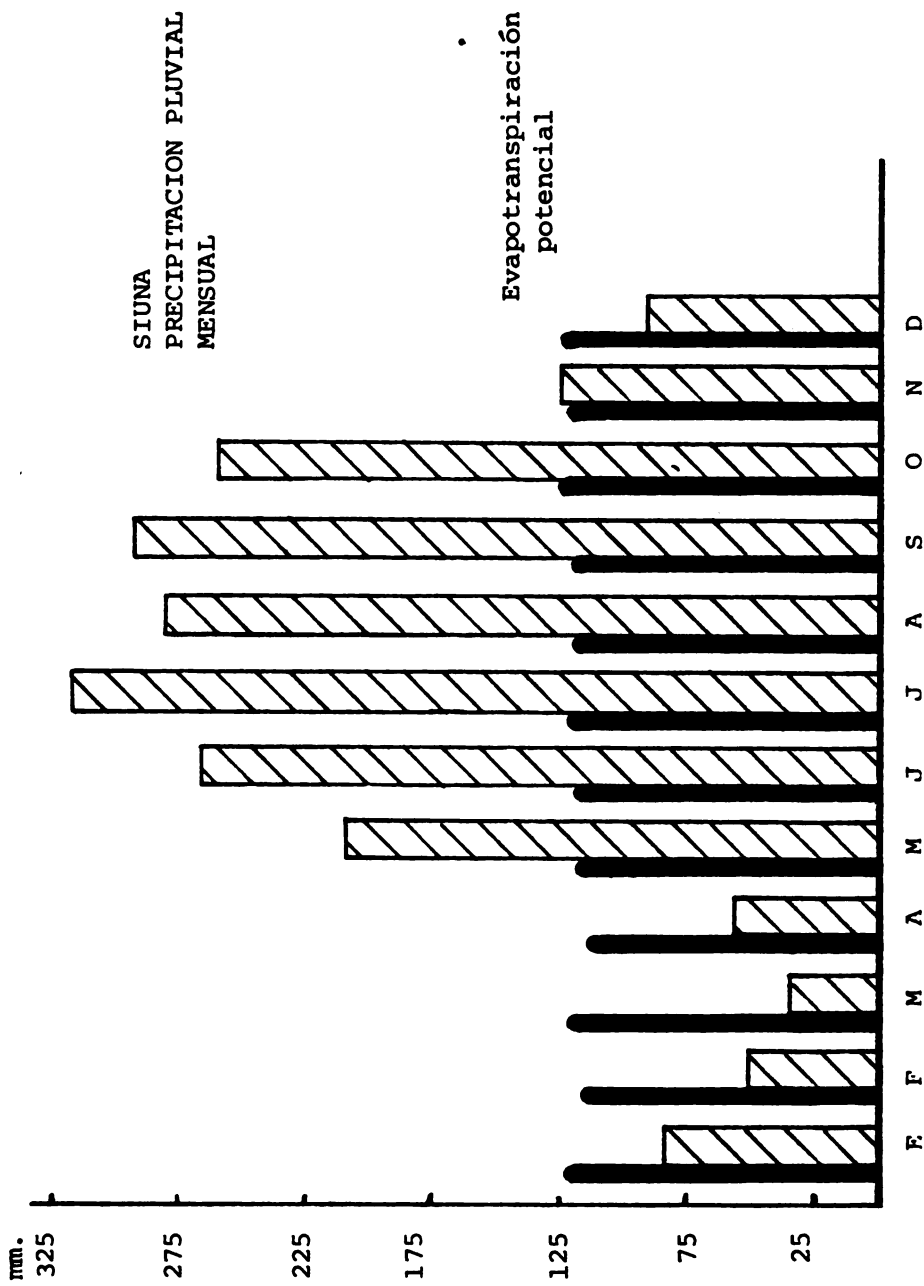


Figura 7. Precipitación pluviométrica y evapotranspiración potencial mensual para Siuna



La Figura 8 presenta la precipitación pluvial métrica de Río Blanco y su evapotranspiración potencial. Un rápido examen de estos datos hace ver que el déficit de agua no es mayor problema, excepto en el mes de febrero en donde es el más alto, pero siendo sólo un mes y como se ve, con alguna cantidad de lluvia, se puede considerar como adecuado para el cultivo de cacao, especialmente si se tiene buen control de la sombra cuando se presenta esa temperatura.

#### VIENTO

Ya vimos como una hoja que perdía agua en pequeñas cantidades debido a la temperatura del ambiente, cierra sus estomas. De la misma manera se pierde agua debido a la presencia de una brisa permanente, las hojas dejan de trabajar, se secan y mueren. Si el viento es de cierta intensidad, las hojas se caen prematuramente.

En las áreas costeras, donde los vientos son muy comunes y pueden alcanzar velocidades considerables, el uso de cortinas rompevientos es lo más común y recomendado. Si la velocidad del viento no es mayor, los árboles de sombra defienden suficientemente el cacao como para que éste no sufra daños.

Hay muchas especies que se pueden usar como cortinas rompevientos, pero siempre se debe tender a usar especies que puedan tener otra utilidad como frutales o madera fina.

El origen del viento también puede ser importante, pues vientos que vienen del mar generalmente son húmedos, pero vientos que vienen de los desiertos son muy disecantes en los cacaotales, como sucede con los vientos que se originan en el desierto del Sahara y que penetran en Ghana y Nigeria.

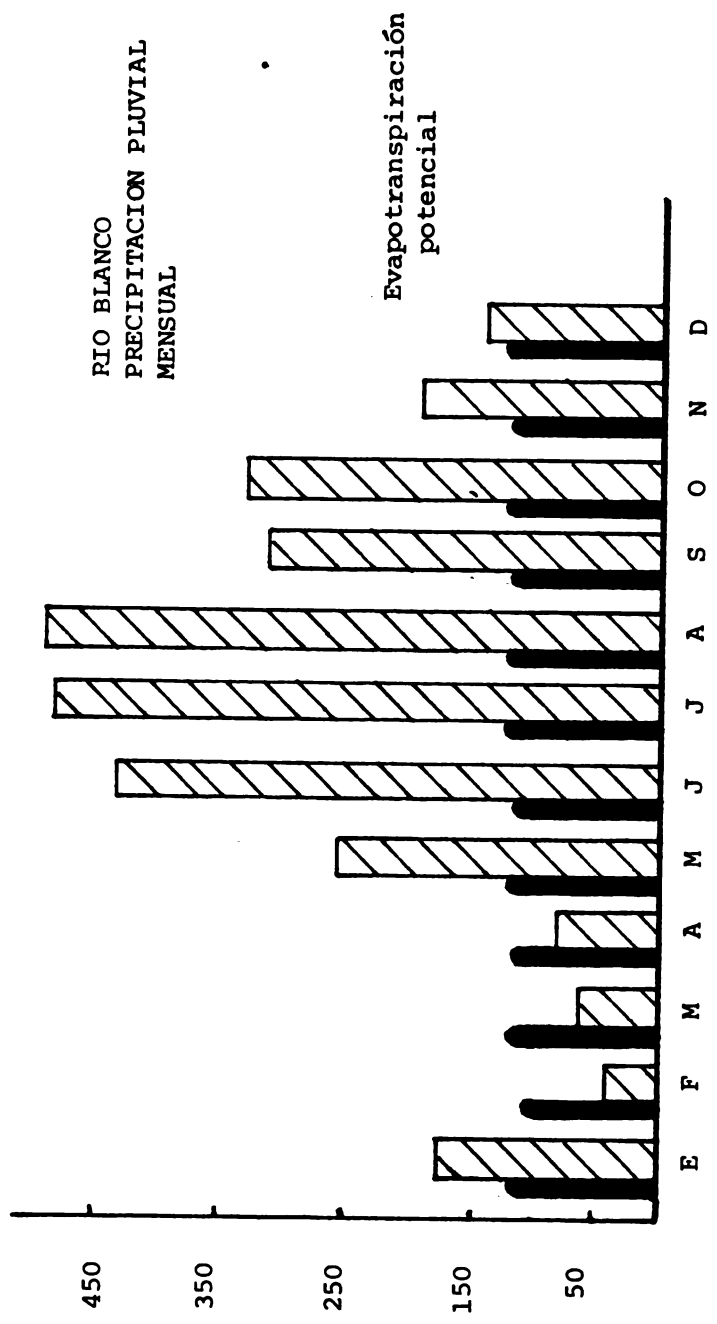


Figura 8. Precipitación pluviométrica y evapotranspiración potencial para Río Blanco

Una velocidad de 1 m/seg no es muy dañina para el cacao, pero más de 4 m/seg puede hacer mucho daño (3).

De acuerdo a los datos de Río Blanco (ver estudio de Holdridge) los vientos nunca alcanzan 1 m/seg como media mensual, lo que da la idea de que este factor no puede ser limitante para esta zona en el cultivo del cacao. La sombra normal para el cultivo servirá de protección natural para el cacao.

#### SOMBREAMIENTO

Debido a que al cacao se le ha encontrado creciendo bajo otros árboles más grandes y a que su cultivo ha sido tradicionalmente bajo sombra, se ha dicho que es típicamente humbrófilo, o muy amigo de la sombra. La evidencia experimental ha demostrado que se puede tener cacao sin sombra. En Pichilingue, Ecuador, en un experimento con parcelas pequeñas (20 plantas por parcela y cuatro repeticiones) se encontró que las plantitas creciendo a plena exposición fueron sensiblemente más pequeñas, pero comenzaron a florecer y fructificar mucho antes que aquellas que crecieron bajo tres tipos diferentes de sombra.

En la mayoría de las áreas cacaoteras, sin embargo, es muy difícil instalar un cacaotal a plena exposición, debido a los graves problemas con la hierba y el control de insectos; por esta razón es conveniente tener sombra temporal por lo menos por 2-1/2 a 3 años.

El efecto de la sombra al iniciar la plantación no sólo es de reducir la luz, sino también el de reducir el movimiento de aire que perjudica a la planta, igual o más que el efecto de temperatura y luz unidos. Una vez que el crecimiento de la planta ha permitido un autosombreamiento, la sombra ya

no será tan indispensable y puede iniciarse la eliminación de ella hasta llegar a un buen punto de equilibrio.

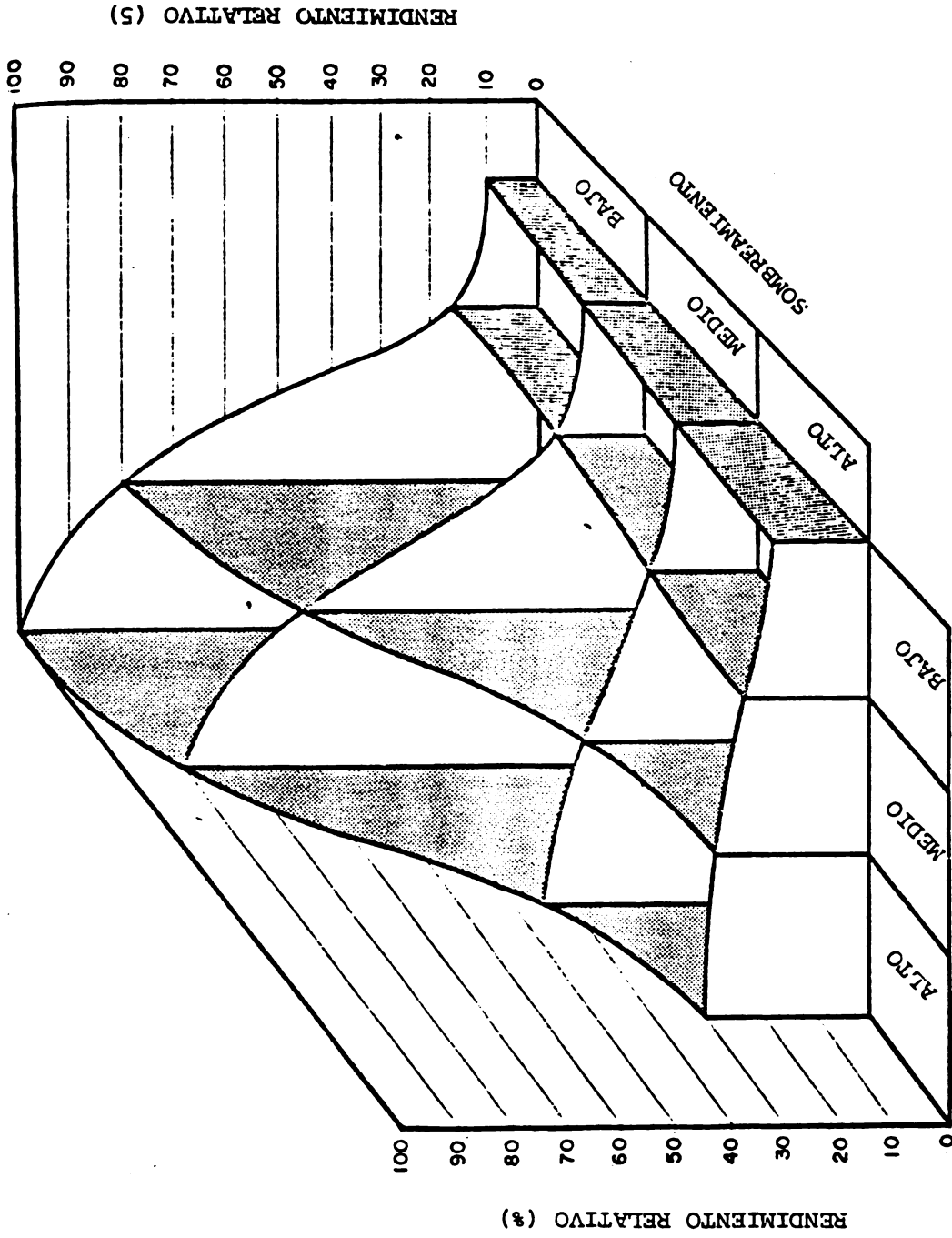
La experiencia experimental en Brasil, indica que removiendo parcialmente la sombra en unas 150.000 hectáreas, reduciendo de 80 - 100 árboles por hectárea a 25 - 30, incrementando el abonamiento y otros cuidados culturales, se obtuvo un incremento muy grande de la producción en el área entre los años 1968-1972.

El efecto de la interacción de la luz con la fertilidad se puede observar en la Figura 9, en la cual se nota que bajo una intensa sombra, aún una fertilidad muy alta no incrementa mucho la producción; en cambio, en un sombreado muy bajo o liviano, el aumento de la fertilidad aumenta considerablemente los rendimientos. Es por lo tanto necesario encontrar, en cada lugar, el punto crítico de estos dos factores.

La evidencia experimental en Ghana demuestra que a plena exposición, los árboles de cacao, luego de algunos años de buena producción, comienzan a declinar.

No se conoce mucho sobre su efecto más allá de unos 25 años. Pero a este tiempo aún era más rentable que para los con poca sombra y fertilización, aunque sus valores se habían aproximado mucho (Ahenkorah *et al.* 1974) (3).

En varios otros países también se ha podido observar que la eliminación completa de la sombra, en cacaotales de alguna edad, lleva consigo un rápido incremento del rendimiento, pero que pronto se deteriora la plantación con la muerte regresiva, enfermedades, ataque de insectos y finalmente la muerte del árbol.



FERTILIDAD DEL SUELO

Figura 9. Relaciones de la fertilidad del suelo y el sombreado en cacao (Alvim 1977)

Varias son las especies de árboles usados como sombra pero los más comunes han sido las leguminosas; sin embargo, el uso de otro tipo de árboles, económicamente importante, debería ser investigado.

## SUELOS

El suelo es el resultado de la interacción de cinco factores principales: 1) Roca madre; 2) Clima (temperatura y precipitación); 3) Organismos (Vegetación, micro-organismos, animales, el hombre); 4) Relieve y 5) Tiempo.

El suelo es un material tridimensional y cuando está maduro muestra una estratificación precisa en horizontes, según revela el perfil (14).

Las relaciones que guardan los factores del suelo con la potencialidad fotosintética de la planta son casi inseparables, razón por la cual la baja fertilidad de los suelos limita los altos rendimientos de algunos suelos tropicales. Sin embargo, algunas deficiencias de nutrimentos en el suelo se pueden suplir con el uso racional de varios elementos como abonamiento, encaladuras, materia orgánica, sombra, etc. Casi cualquier deficiencia química del suelo se puede remediar, lógicamente será práctica, si es económica.

La parte física del suelo en cambio es función intrínseca de varios factores de formación y están sujetos a menos cambios artificiales o dirigidos, por esta razón se debe poner mucha atención a la parte física del suelo, que en general debe ser: bien drenada, tener una buena estructura que permita una buena retención de agua al mismo tiempo ser bien aireada.

La capacidad del área radicular puede diferenciar un suelo bueno o uno malo; el cacao necesita suelos por lo menos con 1,5 m de profundidad; puede haber excepciones como en algunos suelos de Bahía, Brasil, en donde la

profundidad del área radicular es de sólo 1,2 m o menos, pero las condiciones nutritivas del suelo y de la pluviometría son excelentes y la humedad está muy bien distribuida durante todo el año.

#### Características de los Suelos para Cacao

El proceso de formación del suelo es un factor importante que se debería tomar en cuenta si se tiene la información adecuada a mano; en este proceso el clima y algunos otros factores juegan un papel sobresaliente.

La temperatura y las lluvias juegan quizá el papel más sobresaliente sobre el futuro resultante del suelo. Con altas temperaturas y una humedad permanente, las transformaciones se suceden muy rápidamente. Es típico que en las regiones húmedas ecuatoriales, los suelos, aunque carecen casi de estructura en la masa son de consistencia friable y están rellenos con minúsculos espacios porosos interconectados que permiten el movimiento libre del agua y del aire. En general el complejo arcilloso llega a tener una baja capacidad de retención. Estas características del origen de los suelos hace que existan en éstos una rápida pérdida de elementos nutritivos por lixiviación, que pueden estar determinados por el total de lluvia del lugar.

La vegetación, con su rápido crecimiento, también influye mucho sobre la formación de los suelos de las zonas tropicales. Las plantas que crecen rápido son elementos fundamentales para un rápido y permanente recirculamiento de nutrientes del suelo que no son dejados escapar por lixiviación y permanecen en una capa muy superficial todo el tiempo. La materia orgánica en estas condiciones y la vegetación ayudan eficazmente a un completo control de la erosión. La destrucción del sistema para aclarar el suelo y su limpieza por un tiempo más o menos largo, puede perjudicar drásticamente las

características del suelo a menos que en un tiempo más o menos corto se restablezca el sistema.

La microflora y fauna del suelo contribuyen eficazmente a la evolución del suelo, pues tiene una gran capacidad de transformar la materia orgánica, especialmente a altas temperaturas, si esta temperatura está por encima de los 25°C, el equilibrio de la descomposición y acumulación se altera y el suelo rápidamente puede quedarse sin materia orgánica.

La fauna mayor del suelo también juega papeles importantes en los procesos de formación y caracterización de los suelos.

La roca madre influye en la composición del suelo y de muchas de las características que éste desarrolle. Los materiales arrastrados de otros lugares pueden también influenciar. En general, la faja cacaotera o ecuatorial está en su mayor parte formada sobre base geológica estable, compuesta principalmente de rocas metamórficas e ígneas ácidas muy antiguas. En las orillas de los ríos y cerca de las costas, algunos suelos son aluviales, coluviales y sedimentarios; bajo condiciones generales son los mejores suelos para cacao.

Area de Enraizamiento: Esta zona depende de la profundidad del suelo; en su parte aprovechable puede estar modificada por varios factores: a) una capa dura, que puede estar determinada por una capa de arcilla, una capa ferruginosa o bien por una capa primaria de material impermeable; b) perfil de suelo útil demasiado superficial; c) una capa freática bastante alta.

La piedra de varios orígenes no es problema para el crecimiento de la raíz del cacao, mientras no exista un exceso, pues la raíz crece libremente hasta adquirir profundidad, o por medio del crecimiento de raíces secundaria penetra profundamente en el suelo.



Una capa permanentemente dura, que puede tener varios orígenes, a cierta profundidad impide el crecimiento de las raíces. Si el suelo superficial es muy rico, el cacao puede sobrevivir por algún tiempo con una capacidad productiva muy baja. Si la parte superior del suelo es pobre, entonces el cacao no puede sobrevivir.

Drenaje y Aeración: Unos de los factores esenciales para el crecimiento de las raíces del cacao es una buena aeración, es decir, una renovación permanente del oxígeno del suelo. La mayor parte del oxígeno es consumido por los organismos que viven en el suelo, por esto una buena aeración facilitará las acciones de estos organismos también.

El intercambio gaseoso se efectúa por medio de poros intercomunicados del suelo. Si estos poros están llenos o parcialmente llenos de agua, el intercambio gaseoso es nulo. En un suelo donde el agua no puede evacuar rápidamente y dejar libres los poros, el cacao se ahoga, las plantas mueren.

Cuando por condiciones excepcionales en una localidad, pese a que la capa freática sea bastante alta pero que el suelo superficial sea rico, el cacao puede crecer y producir satisfactoriamente con un buen crecimiento de raíces, pero cambios relativamente insignificantes en el régimen de humedad del suelo, y si desciende la capa freática, el sistema radicular, que está alto, se queda sin agua y puede secarse rápidamente, el árbol se marchita y muere.

En general las raíces del cacao toleran inundaciones por períodos cortos de tiempo, así una capa freática rápidamente fluctuante no afecta mayormente el crecimiento de las raíces, siempre que se restituya la oxidación en tiempo más o menos corto.

El tamaño de la raíz del cacao está influenciado por el material de que está constituido el suelo. Si fuera material arcilloso las raíces pueden ser profundas, pero en general son delgadas. Si fuera suelo arenoso, que se seca rápidamente, las raíces son bastante profundas y gruesas con muchas ramificaciones.

Textura y Estructura: Los mejores suelos para cacao comprenden desde suelos arcillosos agregados hasta franco arenosos. Las características de textura dependen no solamente de la distribución del tamaño de partículas en los horizontes, sino también de la disposición vertical de horizontes de diferentes texturas.

La distinción entre partículas de arena y arcilla no se basa solamente en el tamaño, puesto que las arcillas tienen la facilidad de absorber agua dentro de su estructura cristalina y por lo tanto de expanderse considerablemente cuando están húmedas. Ni la arena ni el limo poseen esta característica.

Los suelos arenosos ordinarios (partículas mayores de 0,2 mm) aún cuando la raíz puede crecer bien, no son buenos para el cultivo de cacao a menos que sean muy ricos en nutrientes y que la provisión de humedad sea bastante adecuada.

Color del Suelo: Aunque el color del suelo no influye en su drenaje y su aeración, se debe tomar en cuenta, porque refleja estas características, que son muy importantes para la planta de cacao.

Los colores rojo y pardo muestran oxidación completa de los compuestos de hierro y por lo tanto reflejan buen drenaje y buena aeración.

Los colores amarillentos están asociados con condiciones de humedad permanente y por lo tanto pueden en algunas ocasiones ser perjudiciales para el cacao. El color verde oliva es consecuencia de carbonatos básicos que pueden provenir de roca madre calcárea, produciendo en algunos casos suelos bastante alcalinos.

Los colores azul-gris y verde-gris generalmente se deben al óxido ferroso y denotan drenaje imperfecto o restringido.

Coloraciones moteada, en puntos, o en listas rojas, pardas, amarillas o negro sepia, reflejan drenaje restringido, especialmente si estas coloraciones se inician en las partes superiores. Conforme se profundicen más va mejorando el drenaje hasta que a 120 ó 150 cm casi no restringe el drenaje.

Los suelos de coloraciones negras y pardo-oscuras deben ser observados con más cuidado, pues no siempre reflejan un alto contenido de materia orgánica. Algunos suelos rojos o rojizos pueden tener alta cantidad de materia orgánica que toma la coloración parduzca.

En muchos suelos tropicales, se pueden encontrar a cierta profundidad arcillas de colores brillantes moteados, con tonos rojos, pardos, amarillo y blanco. Generalmente reflejan una condición de mal drenaje pero muy antigua; su condición de brillante indica buena condición aeróbica reciente, por lo tanto, no debe ser confundido con el mal drenaje descrito anteriormente.

#### CLASIFICACION DE CALIDAD DE SUELOS POTENCIALES DE CACAO

Smith (19) recomienda que:

La identificación de sitios adecuados para plantar cacao puede hacerse sobre una base "ad hoc", considerándose cada lugar por sus propiedades individuales. Sin embargo, una manera mucho más satisfactoria de atacar este problema consiste en estudiarle dentro del marco de un suelo en conjunto y de un reconocimiento del uso del terreno que abarque la totalidad del área en que puede considerarse la plantación.

Este reconocimiento, no solamente proporciona una base para decidir sobre los méritos de distintos lugares, sino que permite su comparación con los de otros sitios y asegura que las áreas elegidas para plantar son las más adecuadas de que se dispone.

Cuando el cacao es probable que sea un cultivo importante en un área de reconocimiento de suelo, es conveniente establecer una clasificación de calidad del suelo relacionada específicamente con las necesidades de suelo de este cultivo, y preparar mapas separados que muestren la distribución de las diferentes clases de calidad de suelo que se han estudiado. Este es principalmente un problema de interpretación del reconocimiento de suelos pero en una etapa muy al principio del reconocimiento, cuando se están definiendo los criterios que han de usarse para distinguir las diferentes unidades del mapa de suelos, hay que prestar atención particular a aquellas características del suelo que son especialmente importantes en relación con las necesidades del cacao. Si no se hace esto, las unidades cartografiadas pueden incluir suelos de diferente potencial para cacao, que será imposible separar en la etapa de interpretación del reconocimiento. Este punto merece

recalcarse, porque algunos de los factores importantes para el cacao, particularmente las diferencias en la textura, no siempre son fáciles de relacionar con las características topográficas que, debido a que se reconocen fácilmente en el terreno, tienden a desempeñar un papel importante en la definición de los límites entre diferentes unidades del mapa del suelo. Los límites, que pueden reconocerse únicamente mediante una toma de muestra de suelo intensiva, aumentan considerablemente el tiempo y el esfuerzo necesarios para un reconocimiento del suelo, pero suelen ser esenciales para distinguir suelos de diferente idoneidad para cacao.

#### ELECCION DE CLASES DE CALIDAD

De acuerdo con Smith (19):

Se necesita prudencia al elegir el número y naturaleza de las clases de calidad de suelo que han de reconocerse en una investigación particular. Es tentador el multiplicar el número de clases para proporcionar información más detallada y dejar un margen para distinciones sutiles en la conveniencia entre suelos bastante similares o entre los mismos suelos en diferentes circunstancias. Los números grandes de clases de calidad están únicamente justificados siempre y cuando:

- a) Puedan cartografiarse individualmente y su situación en el mapa pueda apreciarse posteriormente sobre el terreno;
- b) Los criterios sobre los que se definen sean de naturaleza razonablemente permanente;
- c) Su significación pueda definirse con exactitud;
- d) No sean tan complicados en la interpretación que asusten a los posibles usuarios de la información.

El valor de una clase de calidad de suelo particular, o subclase,

disminuye considerablemente si su distribución no puede apreciarse en el mapa, o en el caso de que se aprecie, no pueda localizarse exactamente su posición en relación con las características permanentes sobre el terreno. Para fines prácticos, un buen mapa vale por muchos volúmenes de palabras impresas. Sin embargo, hay algunos factores que influyen en el cultivo del cacao, por ejemplo, las variaciones en el grado de pendiente, que el agricultor puede necesitar examinar personalmente cuando está planeando sus programas de plantación. La importancia de estos factores tiene que recalcarle al agricultor, pero, una vez en el lugar, es improbable que mire el mapa para orientarse en materias que puede ver con más exactitud por sus propios ojos. Por consiguiente, se consiguen pocas ventajas si se complica el mapa de calidad de suelos con esta clase de datos.

No hay ningún mapa que sea muy útil, si los límites que indica no pueden localizarse con exactitud razonable sobre el terreno. Sin embargo, el grado de exactitud que se necesita aumenta en proporción con la cantidad de detalles interpretativos que presente. Por tanto, la cantidad y exactitud de detalles topográficos sobre mapas de base disponible que pueden limitar el área mínima de una sola unidad que vale la pena representar y, por consiguiente, el número de clases de calidad que merecen reconocerse.

La consideración de la permanencia de los criterios utilizados para definir las clases de calidad separadas suscita un problema difícil. Las diferencias en idoneidad que, por su naturaleza, pueden considerarse como temporales; por ejemplo, las que se refieren a diferencias en la vegetación actual, deben dejarse de lado al definir las clases de calidad. Estas, asimismo, se consideran por el agricultor del mejor modo en sitios individuales. Por otra parte, existe la posibilidad de que la introducción deliberada de prácticas agrícolas perfeccionadas cambie la idoneidad de suelos

que padecen limitaciones, tales como un estado nutricional bajo o un drenaje deficiente en el momento del reconocimiento. Es importante apreciar la posibilidad de dichos mejoramientos. Sin embargo, en el momento del reconocimiento, suele ser muy difícil estimar todos los factores técnicos, económicos y sociales que dictan el grado de perfeccionamiento que es probable conseguir. Teniendo esto en cuenta, lo mejor es clasificar los suelos con arreglo a su idoneidad en el momento del reconocimiento, e indicar por separado, posiblemente por medio de sub-clases, los suelos que padecen de limitaciones específicas en los que sería posible un mejoramiento.

La introducción de variedades de mayor rendimiento, el uso de fertilizantes y de otras prácticas mejoradas pueden cambiar drásticamente la magnitud y el tipo posible de potencial de rendimiento, y las fluctuaciones en la economía de la producción son casi imposibles de predecir.

Teniendo en cuenta las ventajas de la sencillez, se sugiere que cuatro clases de calidad principales, que se definen a continuación, satisfarían las necesidades (19):

- Clase I - Suelos buenos - Suelos que tienen muy pocas, o ninguna, características que probablemente limiten el desarrollo y rendimiento del cacao. Recomendados para plantar, con preferencia a todos los demás suelos.
  
- Clase II - Suelos bastante buenos - Suelos que, aunque no son tan adecuados como los de la clase I, no padecen limitaciones serias. Recomendados para plantar en zonas donde no se dispone de suelos de la clase I.
  
- Clase III - Suelos pobres - Suelos que tienen una o más características inconvenientes que probablemente restringen, si no evitan, el crecimiento del cacao. No se recomiendan para plantación en su estado actual.

Clase IV - Suelos

inadecuados - Suelos que padecen limitaciones graves que probablemente impedirán el desarrollo satisfactorio del cacao. Inadecuados para plantar.

La división de máxima importancia es la que hay entre las clases I y II, por una parte, y las clases III y IV, por otra; entre los suelos que se recomiendan para plantar y los que no son recomendables. El reconocimiento de suelo de la Clase I proporciona una oportunidad para distinguir suelos excepcionalmente adecuados que merecen prioridad en la plantación. Análogamente, la clase IV sirve para distinguir suelos excepcionalmente pobres en los que no debe intentarse plantar, incluso cuando estos suelos se presentan como pequeños parches dentro de áreas de selección de suelo conveniente para una plantación de cacao. En circunstancias análogas, podría ser conveniente plantar suelos de la clase III en los que no se presupone que va a haber un fallo completo de cacao.

Los suelos que sufren de diversas limitaciones pueden incluirse en la Clase III y, en muchas zonas, será conveniente reconocer subdivisiones de esta clase para distinguir suelos que podría esperarse que respondieran a diferentes aspectos de los cultivos mejorados. Las subdivisiones más apropiadas variarán de una a otra zona, pero las que se indican a continuación se consideran como ejemplos posibles:

- Sub-clase III (n) Suelos pobres en los que la única limitación importante es el estado nutriente deficiente. Probablemente resultarían satisfactorios para cacao si se aplicaran los fertilizantes adecuados.
- Sub-clase III (d) Suelos pobres en los que la limitación principal es el drenaje insuficiente. Probablemente serían convenientes para cacao si se drenaran artificialmente.



Sub-clase III (p) Suelos pobres que padecen varias limitaciones y que ofrecen pocas perspectivas de mejoramiento por la aplicación de prácticas de cultivos.

Puede ser conveniente reconocer sub-clases que padezcan más de una limitación corregible, pero si las subclases no han de ser propicias para conducir a un resultado engañoso, habrá que considerar las posibilidades prácticas de efectuar un mejoramiento. Los suelos en los que las condiciones de textura, estructura o situación topográfica pudieran hacer casi imposible el conseguir un drenaje artificial eficaz, por ejemplo, deben incluirse en la Sub-clase III (p), en vez de en la III (d) de la clasificación propuesta arriba. En reconocimientos muy detallados, puede observarse una variedad mucho más amplia de limitaciones, y relacionarse con las prácticas de cultivo necesarias.

#### CRITERIOS PARA DISTINGUIR CLASES DE CALIDAD DE SUELO

La clasificación de calidad que acaba de proponerse proporciona una base para resumir las conclusiones alcanzadas anteriormente y para mostrar como pueden aplicarse estas conclusiones en la práctica al seleccionar suelos para cacao.

Por tanto, cada uno de los criterios de que se ha tratado anteriormente se considerarán ahora en relación con las clases de calidad de suelo propuestas. Sin embargo, hay que recalcar que la clasificación de calidad de un suelo determinado depende de la suma de todos estos criterios considerados conjuntamente en relación con las condiciones ambientales locales.

### Estado Nutricional

El cacao es un cultivo bastante exigente en lo que se refiere a la fertilidad del suelo, razón por la cual se debe poner atención a este aspecto con el fin de corregir oportunamente cualquier deficiencia. Esto debe considerarse especialmente cuando es cultivado con muy poca sombra o a plena exposición. Sin embargo, cuando su cultivo se hace bajo sombrero, el rendimiento puede ser satisfactorio aun en suelos relativamente pobres, sin llegar a ser muy altos, pero puede llegar a su equilibrio debido al natural recirculamiento de los elementos minerales y la lenta descomposición de la materia orgánica, debido al control de la temperatura. En una situación de estas, el manejo de la plantación debe ser llevado con mucho cuidado.

En varias regiones del área cacaotera se han cuantificado las características orgánicas del suelo para cacao. Un resumen de varios trabajos se puede observar en el cuadro 17 (1, 3, 13, 14) que veremos más adelante.

La evaluación del estado nutritivo del suelo a base de datos de laboratorio, sirve principalmente para distinguir los suelos pobres de la Clase III de los suelos buenos y bastante buenos, o sea Clases II y I.

La incapacidad de satisfacer estos límites no implica que el cacao no pueda desarrollarse en los suelos en cuestión, sino que significa que las condiciones nutricionales no son óptimas y que los suelos deben considerarse como "pobres" o "inadecuados".

Los datos de laboratorio para los suelos de la Clase I puede esperarse que sean más favorables que los de los suelos de la Clase II, pero normalmente estas clases se distinguirán tomando como base otros criterios. Análogamente, la clasificación como "inadecuados" raras veces se basará en datos de laboratorio solamente. En la mayoría de los casos, los suelos de

estado nutriente extraordinariamente bajo padecen también de características físicas y ambientales indeseables, sobre todo las texturas muy arenosas. Existen, indudablemente, excepciones a esta regla, entre las que se incluyen los suelos con características de carga positiva (pH en solución de cloruro potásico mayor que en agua) y otros suelos fuertemente ácidos y alcalinos. Sin embargo, los conocimientos actuales son inadecuados para sugerir siquiera valores limitantes para criterios analíticos individuales que podrían servir en todas las circunstancias para distinguir suelos como totalmente inadecuados para cacao en oposición a aquéllos que, aunque pobres, ofrecen posibilidades de mejoramiento aplicando prácticas de cultivo adecuadas.

#### Profundidad de Suelo - Volumen de Enraizamiento

Los suelos excesivamente poco profundos son, acaso, los candidatos más lógicos para la Clase IV en la clasificación de calidad del suelo, pero la profundidad efectiva de enraizamiento es un factor que necesita considerarse en todos los niveles de la clasificación. La influencia probable de la profundidad del suelo no puede estimarse sin hacer referencia a otros factores que influyen en su calidad. Se ha sugerido que los suelos de poco más de un metro de profundidad pueden ser aceptables para cacao, si todas las demás características del suelo son particularmente favorables. Este es un cálculo conservador, y de hecho, el cacao se desarrolla satisfactoriamente en diferentes partes del mundo en suelos incluso menos profundos.

Sin embargo, sólo en casos excepcionales deberán clasificarse como "buenos" (Clase I) los suelos con menos de 150 cm de tierra fácilmente penetrada por raíces. La incapacidad de satisfacer este requisito puede justificar la clasificación más baja de suelos que, por otra parte, corresponderán a la Clase II. En zonas en las que la escasez de humedad es un factor

limitante del desarrollo en algunas épocas del año, o donde los subsuelos son de estado nutritivo bastante pobre, es esencial el volumen adecuado de enraizamiento, y los suelos de menos de 150 cm de profundidad deberán considerarse normalmente como "pobres" (Clase III). En estas circunstancias, los suelos con menos de un metro de profundidad deben considerarse inadecuados. Tomando como base estas observaciones, resulta claro que no pueden citarse valores numéricos simples para la profundidad mínima de suelo que es apropiada para cada clase de calidad en todas las circunstancias.

#### Drenaje - Suministro de Humedad y Aeración

Las cualidades de drenaje de un suelo y sus propiedades afines de retención de humedad y aireación deben considerarse en relación con las condiciones climáticas dominantes, teniendo en cuenta que los factores externos al suelo mismo, sobre todo su posición topográfica, influyen en estas cualidades. La combinación de retención adecuada de humedad, buen drenaje y buena aireación, que se encuentra únicamente en suelos fuertemente agregados que contengan cantidades moderadamente altas de minerales arcillosos no expansivos desde la superficie hacia abajo, proporciona el medio físico ideal para cacao en todas las situaciones. Los suelos con características que se aparten notablemente de este ideal no deben clasificarse en la Clase I. La interpretación de estas desviaciones con respecto al tipo ideal difiere, sin embargo, según los diferentes casos. Algunos suelos con textura arenosa en los 40-50 cm de la parte superior del perfil, por ejemplo, pueden tener buenas propiedades de retención de humedad únicamente en el horizonte superficial, debido a la materia orgánica y en el subsuelo profundo. Dichos suelos pueden ser satisfactorios para cacao y clasificarse como "bastante buenos" (Clase II) en zonas

donde la lluvia es moderadamente fuerte y está distribuída de modo uniforme. Los mismos suelos se clasificarían como "pobres" (Clase III) o incluso "inadecuados" (Clase IV) en zonas de condiciones marginales de lluvia. Por otra parte, en áreas de muchas lluvias, las propiedades de aireación son de importancia fundamental, y los suelos con drenaje insuficiente, que pueden incluso ser convenientes en condiciones secas, no serían aceptables para plantar cacao.

#### Características Físicas Individuales del Suelo

a) Textura: La importancia de la textura en relación con la penetración de las raíces, las cualidades de drenaje y las características nutricionales, ya se ha señalado anteriormente. Un elevado contenido de arcilla es conveniente porque implica buenas propiedades de retención de nutrientes y de humedad, y sugiere que el estado nutriente es probablemente alto; pero es indeseable en cuanto afecta de modo adverso a la aireación y a la penetración de raíces. Estos requisitos, parcialmente opuestos, deben considerarse simultáneamente al evaluar las características texturales. Las texturas intermedias, que van desde franco-arcillosa-arenosa hasta arcilla-arenosa, son óptimas para cacao en la mayoría de las circunstancias. Incluso en zonas de mucha lluvia, los suelos de texturas limosas son preferibles a los de textura arenosa en los que podría sospecharse un mal estado nutricional. En zonas secas, es esencial una buena retención de humedad, y los suelos con texturas arcillosas cerca de la superficie son convenientes, a condición de que la penetración de las raíces no se impida seriamente.

Al estudiar la conveniencia de diferentes lugares sobre una base "ad hoc", puede estudiarse el perfil total de cada suelo y dejarse un margen para variaciones en la textura que puedan notarse a diferentes profundidades. Sin embargo, es más difícil dejar un margen para cambios texturales con la profundidad en todo sistema amplio de clasificación de suelos destinado a la interpretación en relación con las exigencias del cacao. Como una gran proporción de las raíces de alimentación del cacao se encontrarán en los 20 cm superiores del suelo, las diferencias texturales en el horizonte del suelo más elevado son de especial significación. Sin embargo, en la mayoría de las áreas potenciales de desarrollo de cacao, las texturas en los 15-20 cm de la parte superior del suelo varían frecuentemente con tanta rapidez que son casi inservibles como criterios para levantamiento de mapas de suelos, incluso dentro del área de una finca pequeña. Por otra parte, las texturas por debajo de una profundidad de 1,60 m suelen ser tan uniformes dentro de amplias áreas que son igualmente inútiles como base para clasificación y levantamiento de mapas de suelos. Por tanto, en muchas áreas, conviene basar distinciones texturales amplias entre diferentes grupos de suelo en diferencias de textura determinadas a una profundidad intermedia, por ejemplo, entre 20 y 50 cm. Las diferencias de texturas entre estas profundidades influyen indudablemente en las condiciones de los horizontes superficiales y, por tanto, ejercen una influencia considerable sobre la idoneidad de un suelo para cacao. Cuando sea práctico, pueden reconocerse otras subunidades de suelos, a base de diferencias texturales por encima o por debajo de esta "sección de control" a profundidad intermedia.

b) Color del Suelo: Las diferencias marcadas en el color deben considerarse como criterio importante al distinguir suelos al nivel de clasificación requerido para separar suelos de diferente potencial para cacao. En primer lugar, el color del suelo es una orientación valiosa para juzgar sus características de drenaje. En segundo lugar, a falta de datos exhaustivos de laboratorio, el color del suelo proporciona una medida aproximada del estado nutricional comparativo y, por lo tanto, es útil en la clasificación de suelos en grupos dentro de los cuales es probable que sea similar el estado nutricional.

La clasificación de calidad basada en el drenaje se ha estudiado ya. El juicio de calidad en relación con el estado nutricional, sobre la base del color, únicamente puede ser aproximado, y requiere el apoyo de observaciones sobre el éxito de cacao existente en los suelos de que se trate, o de datos de laboratorio. De todos modos, los "suelos buenos" (Clase I) acusarán generalmente colores rojos o pardo rojizos fuertemente desarrollados, aunque, sobre rocas calcáreas o de aluvión recientes, pueden ser de color gris parduzco oscuro o incluso negros. A falta de otras pruebas, es prudente clasificar los suelos de color rojo pálido, rojo amarillento pálido y pardo amarillento que tengan otras características buenas, como únicamente "bastante buenos" (Clase II). Análogamente, los suelos de color pardo amarillento pálido y amarillo pálido deben clasificarse provisionalmente como "pobres" (Clase III). Los colores muy pálidos suelen indicar texturas muy arenosas. Dichos suelos se suelen considerar como inadecuados para el cultivo del cacao (Clase IV).

c) Consistencia y Estructura del Suelo: Las diferencias marcadas de consistencia y estructura pueden ser también criterios importantes para distinguir suelos que son satisfactorios para cacao (Clase I y II) de aquellos que no lo son (Clases III y IV). Sin embargo, en algunas zonas tropicales, no se observa una gran diferencia en la expresión de estas características en los suelos más extensivos.

Al estudiar la consistencia y la estructura, debe prestarse particular atención a su influencia sobre las características del drenaje y sobre la penetración de las raíces. La buena estructura es especialmente importante en áreas de grandes lluvias para asegurar una aireación adecuada. En áreas secas, la estructura y la consistencia a profundidad requieren un estudio cuidadoso para asegurarse de que las raíces del cacao podrán alcanzar la humedad asentada a cierta profundidad durante los períodos de sequía.

d) Otras Características Físicas: El contenido de piedras cuarzosas y de grava, de concreciones de piedras ferruginosas y de rocas y minerales edafizados, proporciona ejemplos de otros criterios que hay que tener en cuenta al emitir un juicio sobre la calidad de un suelo para cultivo de cacao. Según sea su calidad y su naturaleza, la presencia de dichas partículas pueden rebajar el valor de un suelo, que por lo demás, podría ser conveniente, desde "bueno" a "bastante bueno", o incluso "pobre". Un suelo que esté constituido predominantemente por partículas inertes grandes es, como es lógico, "inadecuado". Un contenido moderado de rocas o minerales edafizados, a profundidades potencialmente dentro del alcance de las raíces



del cacao, es un factor favorable, pero raras veces justificaría el clasificar un suelo como de mayor calidad que la sugerida por las consideraciones de textura, color, consistencia, y estructura.

## RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DEL CACAO

### PROPAGACION DEL CACAO POR SEMILLAS

La forma más comúnmente usada y fácil para reproducir el cacao es por medio de semillas frescas. Gran parte del cacao cultivado en la actualidad proviene de semilla sin seleccionar.

Ultimamente, se ha intensificado el interés de las siembras de semilla certificada, debido al notable comportamiento de los árboles provenientes de semilla de polinización abierta, de clones seleccionados y en especial de cruzamientos simples entre clones originarios del Alto Amazonas y de selecciones locales, los cuales han mostrado un alto grado de vigor híbrido en sus descendencias (13).

Existe siempre la dificultad de que no puede predecirse la capacidad productiva de las plantas resultantes, ya que varían considerablemente aún entre las descendencias de un mismo fruto.

### Siembra en el Vivero

El vivero debe construirse teniendo en cuenta los siguientes puntos (6):

1. La ubicación estará de acuerdo con el número de hectáreas que se vayan a cultivar. Si el área es grande, conviene hacer varios semilleros distribuidos de tal manera que se facilite el acarreo de las plantas al sitio definitivo.
2. Debe estar cercano a una fuente de agua, para aplicar riegos suplementarios a las plantitas y para las formulaciones líquidas de pesticidas.

3. Debe escogerse terrenos planos y que estén fuera de peligro de inundación. Deben construirse alrededor del área pequeñas zanjas de drenaje.
4. Debe protegerse el vivero contra vientos fuertes y cercarlos para evitar los daños que ocasionan los animales; y
5. Debe disponer de sombra apropiada; es decir, que proporcione un 50% como mínimo. Esto se logra con hojas de palma, con caña brava o con cedazo plástico, hecho para este fin (Saran).

En el vivero las semillas se siembran en tres formas: en cajas de germinación, en eras o semilleros, y en macetas.

a) Cajas de Germinación: hechas de madera, que están provistas de un buen estrato de aserrín (10 cm) sobre suelo suelto con buen drenaje, es el lugar donde se colocan las semillas para que emitan sus primeras raíces. Tiene la ventaja de facilitar el proceso de germinación. Las semillas se ponen a distancia de tres centímetros una de otra y se introduce por la parte más ancha procurando que el extremo puntiagudo apenas se pueda notar en la superficie. Si los extremos de la semilla son aparentemente iguales, ésta se coloca en posición horizontal, cubriéndola con una capa de aserrín.

El tiempo de permanencia en estas cajas es de 15 a 30 días, por cuanto las plantitas de cacao tienen raíz pivotante bastante larga.

b) Eras o Semilleros: Son platabandas o fajas de terreno que han sido bien removidas y levantadas sobre el nivel del suelo. Con un ancho no mayor de 1,50 m para facilitar los trabajos de siembra, limpieza de malas hierbas y los riegos, pueden tener cualquier dimensión longitudinal, siempre

que estén protegidas de los vientos fuertes y dispongan de buena sombra. Para evitar daños por salpique en la época de lluvias es aconsejable cubrir el suelo del semillero con aserrín con una capa de cinco centímetros.

La profundidad del suelo de los semilleros debe ser satisfactoria y que facilite un normal desarrollo de las plantitas y cuando se verifique el transplante, la estructura del suelo permita el menor daño en el sistema radicular, en especial la raíz pivotante.

c) Macetas: Es el sistema que permite disponer de un recipiente hecho de cáscara de banano, abacá, papel asfaltado, bambú, bejucos y polietileno. Este último (bolsas plásticas) es el que más se usa en la actualidad ya que en muchos aspectos es el mejor. Son baratas, durables, livianas y plegables. Para el drenaje están provistas de agujeros tanto en la base como a los lados. Una de las ventajas de las macetas es la facilidad con que las plantitas pueden transportarse de un lugar a otro. Con un suelo bien preparado (13) a base de siete partes de buen suelo, tres parte de estiércol bien descompuesto, dos partes de arena más una onza de superfosfato doble.

#### Cuidados del Vivero

1. En épocas de sequía el riego debe hacerse diariamente por las mañanas, tratando de mojar bien las hojas y la tierra.
2. Las malas hierbas deben eliminarse cada semana, procurando arrancarlas a mano. Se recomienda no usar herbicidas en esta etapa.

3. Las plantas enfermas o muertas deben examinarse con cuidado para determinar su grado de peligrosidad y ubicarlas en otro lugar para su tratamiento o destrucción según el caso.
4. Hay que fertilizar con un abono completo mensualmente, a razón de cinco gramos por planta, equivalente a una tapa corona de botella.
5. Si hay presencia de Antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides*, es necesario corregir, aumentando la sombra y aplicar fungicidas a base de bisditiocarbamatos (Dithane) de Zinc y Manganeso de 10 a 20 g/galón de agua, más adherente.
6. Si los daños en el follaje se deben a *Phytophthora palmivora*, entonces el control se hace a base de cúpricos como Kocide 101, Cobre-sandoz, Cupravit, etc., 10 a 16 g/galón de agua, más 2 cc de Tritón CS-7 por galón de agua.

La aplicación de fungicidas e insecticidas debe hacerse cada dos semanas, hasta que los síntomas de las enfermedades hayan desaparecido. Las plantas permanecen en el vivero hasta seis meses, luego saldrán al sitio definitivo.

#### Siembra en el Campo

La siembra debe hacerse alineando el terreno primero. Para alinear se puede usar el método del 3-4-5 que forma un triángulo con un ángulo recto, lo que permite hacer una alineación a escuadra. Otro método que se puede usar es el del triángulo isósceles, es decir, de tres lados iguales del triángulo, se debe partir de una línea madre o principal, para luego proceder a estaquillar y hacer los huecos, que deben ser del ancho de una pala

normal, generalmente el tamaño fluctúa entre 25 a 30 cm. con una profundidad de 30 cm. Al fondo del hueco se debe poner la cantidad de fertilizante recomendado, se tapa con un poco de tierra para que la planta no quede directamente en contacto con el fertilizante; se rompe y/o quita la bolsa de plástico que trae la plantita y con cuidado se deposita en el hoyo para no dañar la bola de tierra con las raíces. Después que se termina de llenar el hueco con tierra se ajusta ligeramente alrededor de la planta para que quede bien compactada con el resto del suelo.

### Sombras

Cuando se va a plantar cacao, hay que prever la sombra, sembrándola antes. Se puede usar banano, plátano, higuerilla, etc. para una sombra transitoria, es decir, por unos 2 - 5 años hasta que la sombra definitiva crezca lo suficiente.

Si no hay estas dos sombras se debe sembrar una sombra provisional que puede ser gandul o frijol de palo, yuca, maíz, etc. dispuestos de tal manera que protejan la plantita de cacao. También se puede utilizar sombra artificial colocando sombra de hoja de plátano o banano con un soporte o estaca. Se puede usar también una hoja de plama, la cual puede proteger por un largo período. Siempre se debe ver que haya suficiente sombra para la planta durante los primeros días de aclimatación.

### Distancias de Siembra

De acuerdo a muchos experimentos se conoce que la distancia de 2 x 2 metros es adecuada para sembrar cacao híbrido, pero con la condición de

eliminar desde el sexto año todos los árboles débiles o que no producen. Generalmente al agricultor no le gusta cortar sus árboles cuando los ve algo crecidos, por esta razón estamos recomendando sembrar a 3 x 3 metros de tal manera que los árboles muy débiles y que producen se eliminan por sí solos. De esta manera, se siembran 1.111 plantas por hectárea.

La ventaja de sembrar algo estrecho es que se puede aprovechar altos rendimientos tempranos de los híbridos, pues el cacao común produce a los cinco o seis años, mientras que el cacao híbrido comienza a producir desde el segundo año de vida.

Si la siembra es en triángulo o en tresbolillo, el acomodo de las plantas es algo mejor en cuanto a espacio se refiere, pero se hace un poco más difícil para algunas otras labores. En este caso lo recomendado es que el lado del triángulo tenga 3,5 m; de esta manera entran un poco más de 1.200 plantas por hectárea.

La distancia de siembra de la sombra puede variar mucho de acuerdo a la especie que se use, pero si es un árbol pequeño y de poca sombra se puede sembrar a 9 x 9 metros. Si los árboles son medianos, se debe sembrar a 12 x 12 o a 15 x 15 m. Si los árboles son muy grandes y dan mucha sombra quizá lo mejor será sembrar a la distancia de 21 x 21 m.

### Drenajes

En algunas áreas del cultivo, muchos suelos tienen problemas de drenaje. Como hemos dicho en otra sección, el cacao es muy susceptible a la falta de aeración del suelo. En general el cacao no soporta más de 10 días inundado, por lo tanto, un buen drenaje que prevea cualquier problema será

muy necesario en las zonas donde se puedan presentar inundaciones.

Los drenajes pueden ser de profundidad variable dependiendo del suelo. En suelos arcillosos pesados los drenajes deberán ser más profundos. En suelos livianos donde el agua puede drenar más rápido será necesario hacerlos poco profundos y en mayor número, llevando a un colector común o drenaje principal.

### Renovación de Cacaotales

Cuando los cacaotales son viejos y muy poco productivos y el material genético no responde bien a un sistema de rehabilitación, será necesario pensar en una renovación del cacotal, es decir, la eliminación de las plantas y la siembra de nuevo material.

Hay varias formas de hacer la renovación:

- a) Renovación del cacao solamente, conservando la sombra definitiva.
- b) Renovación del cacao y la sombra.

Si se considera la extensión de la finca, se puede proceder:

- a) Eliminación total de todo el cacao y el mismo año plantar todo el material.
- b) Renovación por secciones, es decir, dividir la finca en secciones para hacerla una cada año o en diferentes etapas. El tamaño de cada sección o el número de partes en que se divide la finca dependerá, sobre todo, del factor económico y disponibilidad de mano de obra y material de siembra.

Turrialba recomienda renovar una plantación sembrando bajo el cacao viejo e improductivo, las plantas de híbridos mejorados, con la finalidad



de que las plantas aprovechen como sombra provisional el cacao viejo. El primer paso luego de la siembra es una serie de podas al cacao viejo, el cual, debido a estas podas y al abono que se aplique a la nueva plantación, reacciona y comienza a producir.

Este método tiene la gran ventaja de que el cacao que ha estado improductivo produzca algo que puede pagar la nueva plantación. En algunos casos se ha observado que varios agricultores, viendo que los rendimientos son altos, no han querido seguir podando más fuertemente el cacao viejo, creando mucha competencia para el cacao nuevo.

Al primer año de vida de las plantas, se debe haber podado aproximadamente el 50% de material viejo; a los dos años deberá existir solamente un 25% y al tercer año deberá ser eliminado completamente el material viejo.

La velocidad de eliminación del material viejo puede cambiar ligeramente. si se decide sembrar la sombra definitiva, en cuyo caso la eliminación total del cacao se deberá hacer al momento en que se tenga una buena sombra del árbol de sombra nuevo, lo cual puede variar dependiendo de la especie seleccionada para tal objeto.

#### LA PODA

Es la práctica que tiene por objeto cortar o eliminar las partes poco útiles o innecesarias de los árboles con lo cual se consigue:

1. Estimular el desarrollo de las ramas primarias, para equilibrar el conjunto foliar del árbol.
2. Formar un tronco recto.
3. Eliminar toda la madera muerta, los chupones o ramas mal dirigidos.

4. Regular el crecimiento del árbol, que en estado silvestre crecería muy alto.
5. Regular la luz que el árbol necesita para cumplir bien sus funciones fisiológicas.
6. Facilitar las labores de chapia, aplicación de fórmulas de aspersion para el control de plagas y enfermedades. Facilitar también la cosecha y el acarreo de las bellotas o mazorcas.
7. Facilitar el combate de las enfermedades por regulación de luz que entre al centro del árbol.

Hay varios tipos de poda: 1) de formación, que se hace en los primeros años de vida de la planta; 2) de mantenimiento, la que se efectúa anualmente; 3) de rehabilitación, que permite mejorar cacaotales viejos poco productivos o abandonados.

#### Poda de Formación

Es aquella que se efectúa de un mes a un año y medio o dos años de edad de las plantas, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta, la cual debe formarse entre los 10 y 16 meses de edad aproximadamente, con el objeto de dejar un número adecuado de 2, 3, 4 o más ramas principales o ramas primarias para que constituyan la futura copa del árbol. Esta copa o verticilo será la futura armazón del árbol y estas ramas principales serán la futura madera donde se formarán la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal.

En casos excepcionales, cuando la horqueta se ha formado muy baja, puede ser necesario eliminar esa horqueta promoviendo el crecimiento de un

chupón, lo cual se puede estimular al cortar las ramas de la horqueta, dejando una o dos solamente. Una vez que el chupón esté creciendo se debe eliminar las ramas con la finalidad de que el chupón adquiera el grosor natural del tallo principal, eliminándose las primeras ramas laterales. En el segundo y tercer año se elije las ramas secundarias y así sucesivamente hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas entrecruzadas muy juntas, y aquéllas que tienden a dirigirse hacia adentro.

Es muy común que algunos tipos de árboles tengan la tendencia de formar las ramas hacia abajo, ya sea porque debido al sombreado las ramas son débiles y se caen hacia el suelo, o ya sea que es característica genética como sucede con muchos de los tipos criollos. En esos casos la poda de formación debe ser mucho más cuidadosa, eliminando las ramas o partes que caen al suelo ("despunta") promoviendo el crecimiento de ramas fuertes laterales y hacia arriba.

La poda de formación, especialmente la eliminación de los chupones, debe hacerse con bastante frecuencia, pues entre más jóvenes se eliminan los chupones, menos se lastimará el tronco. Si el deschuponado se hace cada 15 días o cada mes, entonces la labor puede ser realizada a mano o con una cuchilla bien afilada, y puede ser realizada por muchachos jóvenes, abaratando la labor y produciendo una mínima lastimadura al árbol. En la mayoría de los casos las heridas no requieren ser protegidas con pasta cicatrizante.

#### Poda de Mantenimiento

Desde los dos o tres años de edad, los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga una buena forma del árbol y se eliminen las ramas muertas o mal colocadas.

La poda por lo regular se puede hacer una o dos veces por año y se aconseja hacerla en la época seca, para que cuando vengan las lluvias, se estimule el crecimiento de ramas bien dirigidas.

Algunos agricultores prefieren hacer una poda cada dos o más años y hacer una poda de mantenimiento más fuerte; esto provoca una mayor lastimadura de los árboles y el tener que cortar madera bastante madura. En muy pocos casos esto puede ser recomendado.

La cantidad de material que se elimina no debe ser mayor, en consideración de que las mazorcas formadas en el árbol deben ser alimentadas por hojas y si se hacen podas muy fuertes la producción regular y normal del árbol se altera; puede haber una producción mayor al siguiente año de la poda fuerte, pero luego vuelve a disminuir. Se deben suprimir todos los hijos o chupones que hayan crecido en el tronco y sobre las ramas primarias. También se eliminan todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Es importante eliminar las plantas parásitas como el "mata palo, el "pega con pega" o "suelta con suelta" (Lorantaceas) que crecen sobre las ramas y tronco del árbol.

### Poda de Rehabilitación

En ocasiones, debido a varios factores, una plantación se vuelve improductiva, ya sea porque se descuidó la poda y creció libremente o porque fue abandonada, debido a varios factores. En estos casos se puede rehabilitar una plantación haciendo:

- a) Una poda muy fuerte, en la cual se elimina la mayoría del árbol,

de la parte alta, las ramss mal dispuestas o caídas al suelo, el material atacado por plagas y enfermedades, madera muerta, etc., dejando un 25% de la madera en mejor estado. La plantación por lo general reacciona muy bien y si se acompaña de una buena fertilización adecuada al lugar y un buen programa de combate de plagas, enfermedades y malas hierbas, puede aumentar los rendimientos en forma permanente por varios años.

b) Una poda completa al tronco, dejando crecer los chupones y seleccionando uno o dos para dar formación a una nueva planta. Este método es un tanto brusco y más largo para conseguir rendimientos, pero puede ser practicado cuando la plantación está en muy mala condición. Al mismo tiempo, se debe plantar nuevas plantas de híbridos en las fallas o espacios libres, para tener un buen número de plantas por área.

Este sistema puede servir también para renovar el material genético, haciendo injertos en los chupones que crecen y luego dejando crecer solamente los injertos.

#### Poda de los Arboles de Sombra

Los árboles de sombra permanente deben recibir los mismos cuidados que se proporcionan al cacao, es decir, mantenerlos limpios y que brinden una sombra adecuada.

La sombra debe ser mantenida en un 50% aproximadamente. Es difícil medirla para dejar el porcentaje adecuado, pero pueden hacerse estimaciones observando la sombra proyectada en el suelo.

Cuando la sombra es muy espesa porque los árboles han crecido mucho, se puede planificar el raleo de los árboles de sombra. Como habrá un cambio

brusco al eliminar un árbol grande se puede planificar sembrando previamente sombra provisional o temporal de una especie de rápido crecimiento que ayude a aclimatar el área. Una buena especie para este propósito es el plátano, el cual al mismo tiempo puede dejar algún rendimiento en favor del agricultor.

Para entresacar árboles un buen sistema es anillar los árboles o las ramas para seguir eliminando paulatinamente la sombra. Si un árbol muere parado, sus ramas pueden ir cayendo, ocasionando poco daño al cacao. Si el árbol vivo fuera cortado, podría provocar en su caída mucho daño en el cacao.

El adecuado control de la sombra es muy importante en la obtención de buenos rendimientos del cacao. Por regla general se recomienda mantener un 50% de sombra.

#### Equipo para la Poda

- a) Herramientas: para cortar los brotes terminales y ramas delgadas se utilizan la cuchilla y las tijeras de mano y de mecate. Cuando se trata de ramas gruesas son necesarios los serruchos; en lo posible debe evitarse el uso del machete, o usarlo con mucho cuidado. La herramienta que se usa siempre debe estar bien afilada, los serruchos bien trabados y en general no deben estar oxidadas; las oxidaciones pueden provocar alteraciones fisiológicas a las plantas. Las tijeras deben permitir un corte seco, sin lastimaduras. Cuando se usa el serrucho para cortar una rama gruesa, primero se debe hacer un corte guía en la parte inferior de la rama o sea en la parte

que mira al suelo, con la finalidad de que la corteza no se desgarre al momento de desprenderse la rama, que generalmente se rasga en el último momento del corte.

- b) Pastas protectoras: los cortes que se hacen durante la poda deben cubrirse con alguna pasta cicatrizante con el objeto de impedir la entrada de enfermedades y plagas.

El agricultor puede preparar una mezcla de fungicida e insecticida más adherente dejándolo de consistencia de pintura que se aplicará de inmediato en los cortes con ayuda de una brocha o una espátula. Igualmente el machete, las tijeras u otras herramientas usadas en la poda deben ser desinfectadas con una solución de formalina al 5 o 10% para evitar el contagio de enfermedades.

Una buena costumbre es la de usar dos herramientas similares; mientras se pasa de un árbol a otro se pone a desinfectar la otra herramienta en un recipiente adecuado. Estuches de cuero con feltas o esponjas internas impregnadas del desinfectante, son una manera fácil y eficiente para el uso de las herramientas de poda.

## NUTRICION

Al igual que los animales y el hombre, las plantas necesitan alimentarse para vivir; ellas toman sus alimentos del suelo y el aire, a través de las raíces y de las hojas.

Los suelos, como tienen diferentes orígenes, son de diversa constitución y por lo tanto, es imposible hallar dos suelos iguales. Para conocer

su composición es necesario hacer un análisis del suelo, su muestreo deberá ser realizado por una persona con experiencia y luego las muestras deben ser analizadas en el laboratorio.

Al mismo tiempo se deben tomar muestras de hojas de las plantas de cacao con la finalidad de conocer el estado nutricional de la planta; se selecciona la tercera o cuarta hoja de un brote terminal maduro y que esté sano, solamente se debe tomar una hoja por cada rama y se deben acumular por lo menos cuatro hojas de cada planta seleccionada; se deben tomar unas 20-25 hojas del área deseada. Luego se toman porciones de cada hoja y se mezcla haciendo un compuesto de toda la zona, el que se envía al laboratorio. Si no existe experiencia en el manejo y lavado de las hojas será mejor remitirlas al laboratorio toda la hoja en una bolsa de polietileno. La composición de la hoja varía mucho y es un reflejo del estado nutricional del suelo y su interacción con el resto del medio ambiente que lo rodea.

La interpretación del análisis del suelo, y de los tejidos debe hacerla un técnico que tenga experiencia, para recomendar niveles de fertilización. En caso de no tener a mano este técnico, se puede recurrir a tablas elaboradas, que le permiten al agricultor establecer en términos generales si los niveles son altos, medios o bajos.

El Cuadro 17 que se presenta a continuación fue elaborado recogiendo las cifras de la literatura y ajustando a las cifras que el laboratorio de suelos del CATIE conoce por experiencia. El uso de estas tablas debe ser muy cuidadoso, pues el sistema de análisis de suelos de cada laboratorio puede variar considerablemente, tanto en la metodología general como en la cantidad de sustancias extractoras como en la lectura de los aparatos.



Cuadro 17. Rangos de límites de suficiencia de suelos para cacao en un perfil de 0 a 20 cm.

Parámetro	Rango de fertilidad relativa		
	Alto	Medio	Bajo
1. pH (en agua 1:2,5)	7,5 - 6,5	6,4 - 5,1	< 5,0
2. Materia orgánica (combustión húmeda)	> 6,1	6,0 - 3,1	< 3,0
3. Nitrógeno total %	> 0,41	0,40 - ,21	< ,2
4. Relación C/N	< 10	15,5 - 10,0	> 15
5. P. (Métodos mehlich) ppm	> 16	15 - 6	< 5
6. Fosfato disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm (Truog)	>101	100 - 20	< 19
7. Capacidad de intercambio de cationes me/100 g.	> 30,1	30 - 12,1	< 12,0
8. K intercambiable me/100 g (Acetato de amonio N, pH 7.0)	> 0,41	0,40 - 0,21	< 0,20
9. Potasio extraíble µgK/ml	>261	260 - 171	<170
10. Mg. intercambiable meq/100 g.	> 6,1	6,0 - 3,1	< 3,0
11. Ca. intercambiable meq/100 g.	> 18,1	18,0 - 8,1	< 4
12. Al porcentaje de saturación (extracción con KCl)	0-10	11 - 25	> 26

Fuentes: Alvim (1, 3)  
Hardy (13, 14)

Una cosecha de aproximadamente 1000 Kg/ha, que sería una cosecha aceptable, extrae 13,5 Kg de nitrógeno, 3,5 Kg de fósforo y 11,2 Kg de potasio; la cáscara de la mazorca al mismo tiempo extrae aproximadamente 12 Kg de N, 2 Kg de  $P_2O_5$  y 25 Kg de  $K_2O$ , respectivamente. Como generalmente el agricultor no hace una redistribución de las conchas al campo sino que se pierden en pilas o montones, es necesario restituir esta cantidad de los fertilizantes al suelo.

Todo suelo, para aumentar su potencial de rendimiento, requiere de un equilibrio adecuado en todos sus elementos nutritivos; de nada serviría poner una abundante cantidad de un solo elemento sin considerar los otros al mismo tiempo.

Para un cálculo aproximado de las necesidades de fertilizantes se puede usar la siguiente tabla que se propone; su uso dependerá del criterio del técnico, quien en conocimiento de todas las características del suelo podrá modificarlas.

<u>Análisis</u>	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>
Alto	40	20	10
Medio	80	40	30
Bajo	120	60	70

Con esto se puede calcular una fórmula cualquiera de requerimiento, por ejemplo:

Si el análisis dice que el N es bajo, se necesitará 120 Kg, si el P es medio, se necesita 40 Kg, y si el K es alto se necesitan 10 Kg.

Estas cifras son de elemento puro, por lo tanto se debe calcular con el respectivo porcentaje de cada uno de los fertilizantes disponibles, o calcular la fórmula para que sea fabricada para la zona o región.

Luego del cálculo total por hectárea, se deberá estimar la cantidad por árbol para tener la medida que debe recibir cada árbol, lo cual puede variar, dependiendo de la distancia de siembra.

A manera de ejemplo consideraremos las recomendaciones para la finca La Lola en Limón, Costa Rica, en donde se ha encontrado que los suelos son muy deficientes en azufre y por lo tanto se requiere aumentar este elemento.

1. Para Plantación Inicial. Mezcla 10-30-10 a razón de 100 g/planta más 60 g/planta de nitrato de amonio. Esta mezcla proporciona aproximadamente 30 g N/planta, 28 g  $P_2O_5$ /planta, 12 g  $K_2O$ /planta y 10 g  $SO_4$ /planta. El fertilizante se distribuye en el hueco preparado para recibir la plántula.

2. Primer Año de Crecimiento: Se recomienda efectuar tres aplicaciones durante el primer año de crecimiento de las plántulas en la cantidad de 300 g/planta de mezcla 20-10-6-5 más 30 g K-Mag/planta. Esta mezcla proporciona aproximadamente 60 g N/planta, 30 g  $P_2O_5$ /planta, 24 g  $K_2O$ /planta y 82 g  $SO_4$ /planta.

3. Primer Año de Crecimiento sin Aplicación de Fertilizante en el Momento de la Plantación Inicial: En este caso se recomienda aplicar 450 g/planta de mezcla 20-10-6-5 más 40 g/planta de K-Mag. Esta mezcla proporciona aproximadamente 90 g N/planta, 45 g  $P_2O_5$ /planta, 36 g  $K_2O$ /planta y 120 g  $SO_4$ /planta.

La dosis total deberá ser aplicada en cuatro fracciones durante el año.

4. Plantas de 2 Años de Edad: Se mantiene la recomendación efectuada para plantas de un año de edad.

5. Plantas de 3 años de edad: A esta edad la aplicación corresponde a 600 g/planta de mezcla 20-10-6-5 y 60 g/planta de K-Mag. Esta mezcla proporciona aproximadamente 120 g N/planta, 60 g  $P_2O_5$ /planta, 48 g  $K_2O$ /planta y 223 g  $SO_4$ /planta.

6. Plantas en Producción (mayores de 4 y 5 años de edad): La aplicación correspondiente a esta edad es de 600 g/planta de mezcla 20-10-6-5 y 90 g/planta de K-Mag, que proporciona aproximadamente 120 g N/planta 60 g  $P_2O_5$ /planta, 72 g  $K_2O$ /planta y 240 g  $SO_4$ /planta.

#### Épocas de Aplicación del Fertilizante

Para una mejor utilización del fertilizante en el caso de la finca La Lola, se tomaron en consideración los aspectos de clima (alta precipitación > a 3500 mm/año) y de fisiología del cacao (dos épocas de floración y de mayor desarrollo de mazorcas). De manera que se recomendó efectuar cuatro aplicaciones por año (dividir las dosificaciones totales en cuatro partes iguales para cada aplicación). En esta forma se procura:

1. Contrarrestar posible pérdidas del fertilizante por lixiviación y arrastre por el agua de lluvia.
2. Proporcionar los elementos nutritivos a la planta en las épocas de mayor necesidad y mejor aprovechamiento.

Las fechas recomendadas para el caso de La Lola son:

- 1a. aplicación - enero o febrero
- 2a. aplicación - abril o mayo .
- 3a. aplicación - julio o agosto
- 4a. aplicación - octubre o noviembre

De una observación de los datos estudiados para el proyecto se puede concluir que una parte de los suelos de Siuna y Río Blanco son adecuadamente fértiles para el cultivo de cacao, pues son suelos cuyas deficiencias pueden rectificarse con la adecuada incorporación de cantidades variables, de acuerdo a la localidad, de abono fosforado. Solamente cuatro de los lugares requerirán de abonos potásicos y sólo uno (Perfil 6S-SN) deberá recibir pequeñas cantidades de Mg, en la zona de Siuna.

En la zona de Río Blanco los suelos igualmente son deficitarios en fósforo y por lo tanto deberá ser el elemento al que más atención se ponga. En esta zona también algunas localidades (cinco) deberán recibir algo de K. Los perfiles 4-RB, 5 -RB y 7-RB parecen tener un desbalance de Ca/Mg y por lo tanto se deberá estudiar la posibilidad de usar una encaladura.

La profundidad de los suelos de ambos lugares parece ser adecuada. En Siuna los perfiles muestran que el 65% de los suelos solamente alcanzan 10 cm de profundidad en el horizonte A y que el 35% alcanza hasta 15 cm, lo que le hace una capa arable demasiado pequeña para el uso de cultivos anuales con diferentes labores de suelo. Parece que lo más adecuado para estos suelos es el cultivo de plantas perennes.

La profundidad del horizonte B en general parece ser satisfactoria, excepto para el perfil 2S-Sn cuyo caso es muy *sui generis* y

pobre en P y K. Parece que este suelo tiene un horizonte B franco, por lo tanto, deberá hacerse un estudio más crítico de toda la zona de influencia de dicho perfil.

En Río Blanco la profundidad del suelo parece ser mayor o más adecuada para el cultivo del cacao, pues el 33% de los perfiles estudiados tienen horizontes A menores de 10 cm y el resto va de 11 a 20 cm, mientras que el horizonte B es muy profundo, llegando en la mayoría de los casos a 100 cm, lo que haría que el espacio radicular sea mucho más amplio. Se espera que el árbol de cacao pueda crecer mucho mejor en esta zona.

De acuerdo con el estudio realizado para el proyecto el área de estudio de Río Blanco está "atravesada por drenes naturales así como por caños y quebradas que sirven para evacuar el exceso de agua durante los períodos de alta pluviosidad". Casi el 90% del área del proyecto corresponde a este tipo de suelo bien drenado.

Debido al relieve de la zona, especialmente en Auló (2.165 ha o el 10% del área) que es de 3 a 7% de pendiente, el suelo en general es de drenaje natural imperfecto, con el nivel freático entre 40 y 50 cm. Si este mal drenaje persiste por algunos días durante la época lluviosa el cultivo de cacao puede sufrir daño irreversible por muerte de las raíces terciarias en adelante. Como esta zona tiene un subsuelo arcilloso, el drenaje debe ser estudiado con mucho cuidado si se quiere sembrar cacao.

Las características del horizonte Cg permiten apreciar que éste permanece casi sumergido bajo agua la mayor parte de la época lluviosa. La textura del suelo superficial parece ser adecuada por el alto contenido de materia orgánica aunque sea pobre en fósforo, pero el horizonte B parece ser adecuado, arcilloso para un buen cultivo de cacao.

Clasificando cada perfil de acuerdo a las recomendaciones mencionadas, se puede calcular para cada localidad la cantidad de fertilizante que debe usarse.

La época de aplicación de los fertilizantes puede variar ligeramente en cada lugar. Como ejemplo se acompañan al informe todos los elementos de juicio en la finca La Lola, con lo cual se puede tomar decisiones para cualquier lugar haciendo un estudio comparativo. Para las zonas del Proyecto se ha considerado que las aplicaciones del fertilizante se pueden hacer en las siguientes fechas:

1a. aplicación - enero - febrero

2a. aplicación - mayo

3a. aplicación - julio - agosto

4a. aplicación - octubre - noviembre, que son aproximadamente igual a las usadas en La Lola.

En algunas ocasiones se presenta en el campo una serie de síntomas que pueden deberse a infestaciones de insectos o a alteraciones fisiológicas de la planta debido a insuficiencia de elementos en ella o en el suelo. A continuación se da una rápida descripción de los síntomas de desnutrición en cacao.

#### Síntomas de Desnutrición en Cacao

Nitrógeno: Cuando existe un déficit de nitrógeno, la planta de cacao presenta crecimiento retardado. Las hojas son amarillo pálido y en casos extremos, mucho más pequeñas que las hojas normales. El ángulo formado por el pecíolo y la rama es también más agudo que en plantas bien

nutridas. Debido a que el nitrógeno es parcialmente movilizable, las hojas pueden obtener cierta cantidad de compuestos nitrogenados de las hojas más viejas. Esto puede resultar en una destrucción parcial de la clorofila entre las nervaduras produciéndose manchas amarillentas en las hojas más viejas. Los brotes nuevos, sin embargo, no pueden obtener con suficiente rapidez la cantidad necesaria de nitrógeno para desarrollar un color verde. Brotes terminales con hojas casi blancas o amarillo pálidas y manchas entre las nervaduras en las hojas más viejas son signos ciertos de deficiencia de nitrógeno. Agostamiento ("Scorch") apical es también un síntoma característico de deficiencia de nitrógeno (11).

Fósforo: La falta de fósforo resulta también en crecimiento retardado. Las hojas maduras pueden tener buen color o ser aún más oscuras que las normales, pero son más pálidas hacia el ápice y borde. Puede ocurrir clorosis internerval y las áreas afectadas presentan a menudo pigmentación roja y amarilla. Más tarde puede ocurrir un agostamiento marginal, y senectud. El número de hojas en cada brote puede ser normal o aún más elevado que el normal pero las hojas son cortas y caen prematuramente. Las estípulas, sin embargo, son persistentes, y chupones desprovistos de hojas a grandes trechos pero aún con estípulas intensamente verdes dan a estos chupones deficientes en fósforo, una apariencia típica. Otro síntoma característico es el ángulo agudo formado por el pecíolo y la rama en contraste con plantas bien nutridas.



Potasio: Las plantas deficientes en potasio no parecen tan retardadas como aquéllas deficientes en nitrógeno y fósforo. Los síntomas se manifiestan primero en las hojas más viejas en las que aparecen áreas amarillentas en el ápice y a lo largo de los bordes, las que más tarde se agostan. La necrosis continúa progresando en la hoja entre las nervaduras con una zona de tejido amarillento que avanza delante de la región necrótica. Las hojas jóvenes pueden obtener el potasio de las hojas más viejas y ser de tamaño normal, aunque en casos de deficiencia severa son pálidas y a veces presentan clorosis internerval, debido a que una deficiencia severa de potasio interfiere con la movilización del hierro dentro de los tejidos. En algunos casos la falta de potasio produce hojas deformadas y muy lobuladas, pero este síntoma no es siempre típico.

Magnesio: En el caso de deficiencia de magnesio se pueden observar manchas pálidas o amarillentas en los bordes de las hojas. Estas se juntan produciendo un agostamiento marginal característico. Áreas necróticas se forman frecuentemente delante del área de agostamiento marginal diferenciándose esta condición de aquélla producida por deficiencia de calcio. Cuando la deficiencia es severa aún las hojas jóvenes desarrollan, rápidamente, necrosis marginal y agostamiento. Debido a la reducida producción de clorofila las áreas verdes de la hoja tienen también una coloración más clara.

Calcio: Las hojas jóvenes presentan manchas blancas características, permanecen pequeñas y pronto sufren un severo agostamiento apical y marginal. Las hojas más viejas presentan también este tipo de síntoma dando a la parte no afectada la apariencia de hoja de roble. Las hojas caen prematuramente

y las yemas que desarrollan mueren pronto. El agostamiento marginal se manifiesta en forma de una ondulación continua pero sin áreas de tejidos necróticos.

Azufre: El crecimiento es casi normal pero las hojas más viejas presentan manchas amarillas que se extienden hasta que la hoja cae. Brotes jóvenes desarrollan rápidamente pero todo el borde tiene color amarillo brillante y está casi desprovisto de clorofila, aunque las hojas pueden tener un tamaño casi normal. Plantas deficientes en azufre parece que son atacadas por ciertas pestes de insectos más que por otras.

Hierro: Los síntomas se presentan primero en las hojas más jóvenes, que son que son pálidas y cloróticas. En casos severos toda la hoja es blanquecina aunque tiene una ligera coloración verde en las nervaduras. Deformación de las hojas es muy frecuente, la hoja puede tener forma de correa y presentar agostamiento apical prematuro; en casos de deficiencia menos severa la hoja puede ser dentada o lobulada. En casos de deficiencia moderada las nervaduras son mucho más verde oscuro que el área internerval pero las hojas tienen, cuando jóvenes, consistencia de papel. Agostamiento marginal y apical es generalmente restringido a la mitad más alejada de la hoja, y es diferente del agostamiento marginal causado por otras deficiencias.

Manganeso: Las hojas jóvenes muestran una centuada clorosis internerval pero mucho más difusa que en la deficiencia de hierro. A medida que la hoja madura, este síntoma es muy característico. Deformación de las hojas es frecuente. Cuando la deficiencia es aguda las hojas jóvenes casi no tienen color y a veces presentan áreas empapadas de agua que mueren pronto.

Los síntomas más fácilmente reconocibles para la diagnosis son clorosis indistinta en las nervaduras y el agostamiento apical y marginal.

Cobre: Los síntomas se observan primero en las hojas jóvenes, las que muestran una reducción característica en tamaño. En casos severos las hojas jóvenes son de un color olivo pálido en las que ocurre, casi invariablemente, una destrucción de los tejidos en el ápice. No hay un síntoma marcado asociado con la deficiencia de cobre pero las hojas pequeñas apicales con ápices marchitos son muy características y fácil de reconocer. Las hojas más viejas pueden presentar un agostamiento en forma de manchas aisladas a lo largo de los bordes de las hojas. Estas áreas, aisladas, no se unen muy rápidamente para producir un agostamiento continuo como en la mayoría de las otras deficiencias.

Zinc: Los síntomas de deficiencia de zinc se observan primero en las hojas más jóvenes y pueden ser identificados mientras las hojas tienen menos de una pulgada de largo. Las nervaduras más pequeñas son muy prominentes y de color rojo oscuro y las áreas internervales deformadas; a medida que la hoja madura, estas áreas se ponen más pálidas o de color blanco crema dando a ésta un aspecto muy característico. En el caso de una deficiencia severa, las hojas son demasiado angostas y presentan un estrechamiento cerca de su base: frecuentemente son curvadas en forma de hoz, de aquí que en el Africa Occidental la deficiencia de zinc se denomina "Sikle leaf".

Boro: La deficiencia de boro ejerce su efecto en los puntos de crecimiento y en las hojas más jóvenes. En deficiencias severas las hojas son pálidas o blanquecinas, vueltas hacia atrás en la punta o torcidas en espiral y enrolladas hacia el ápice. Cuando estas hojas se endurecen son gruesas y duras al tacto y caen prematuramente.

Molibdeno: Cuando existe deficiencia de molibdeno las hojas más jóvenes tienen aspecto amarillento con nervaduras algo más verde oscuro. Las hojas más viejas presentan también agostamiento marginal. Hojas deficientes en este elemento acumulan un elevado contenido de nitrato debido a que el molibdeno es necesario para la fase de reducción del nitrato en el metabolismo del nitrógeno.

#### Síntomas de Toxicidad

A fin de determinar los síntomas característicos de toxicidad, éstos fueron producidos artificialmente por algunos elementos y sales.

Sales: Cuando el árbol de cacao absorbe sales tales como cloruros, sulfatos, etc., en cantidad excesiva, éstas se acumulan en las áreas marginales internervales y ocasionan necrosis, o agostamiento de los tejidos. Estas áreas se unen formando un agostamiento marginal continuo, que a menudo ha sido confundido con aquél causado por deficiencia de potasio. En efecto, aquella zona amarilla brillante de más o menos un milímetro de ancho entre los tejidos agostados y no agostados en casos de deficiencia de potasio, no ocurre en casos de toxicidad debida a una acumulación excesiva de esta sal.

La presencia de salinidad excesiva y deposición de sal originada por vientos en regiones cercanas al mar causan síntomas de toxicidad en algunas áreas.

Otros elementos tales como boro, zinc, manganeso, aluminio, cobre, etc., producen efectos tóxicos característicos cuando son absorbidos en exceso. El boro causa agostamiento en hojas maduras, jóvenes, y deformación en hojas recientemente formadas, las que son pequeñas y vueltas hacia atrás; el zinc afecta la economía del agua en el interior de la hoja y produce islas empapadas entre las nervaduras, las que eventualmente adquieren color café. El manganeso afecta las hojas más jóvenes produciendo áreas amarillo pálido y necrosis en las nervaduras. El aluminio produce decoloramiento y agostamiento apical en las hojas más viejas (11).

#### CONTROL DE MALEZAS

Los daños que ocasionan los insectos y las enfermedades del cacao, aún en forma conjunta, comparados con los daños que ocasionan las malas hierbas, sobre todo en regiones tropicales, no producen las pérdidas causadas por las malezas por sí solas. Las malezas son plantas muy vigorosas, crecen rápidamente y tienen un tremendo potencial de crecimiento.

El mayor costo durante los primeros años de vida del cacaotal es sin lugar a dudas el control de malezas, por esta razón generalmente esta práctica es descuidada con los resultados que se han destacado en el párrafo anterior. Por lo tanto, el uso de herbicidas químicos en el control de las malas hierbas no sólo se debe considerar desde el punto de vista de poner a la planta en una mejor posición para su desarrollo y futuro rendimiento, sino también el de disminuir los costos de producción.

Hay varios métodos adicionales que ayudan a controlar el daño del exceso de malas hierbas: a) una sombra definitiva adecuada, previa a la plantación del cacao; b) uso de leguminosas de rápido crecimiento para cubrir el suelo; c) uso de mulch o detritos vegetales para cubrir el suelo, que además del control de las malas hierbas tiene otras funciones tales como: aumentar la fertilidad del suelo, preservar la humedad del suelo, prever el escurrimiento o erosión del suelo, etc.

El uso de estos métodos solos o combinados ayudan considerablemente al control de malezas realizado por herramientas mecánicas o sustancias químicas.

Si en algún lugar la mano de obra es abundante y barata, es lógico que en los primeros años de vida del cacaotal el control con machete acompañado de alguno de los otros métodos secundarios es el mejor, puesto que no está muy bien establecido el efecto de algunos herbicidas sobre las plantitas creciendo en viveros o los primeros meses en el campo.

#### Combate de Malezas en Semilleros y Viveros

Debido a lo poco que se conoce del efecto de muchos herbicidas sobre la semilla germinando o plantitas muy tiernas, no se recomienda en general el uso de herbicidas en este estado. Se debe usar tierra o un medio completamente libre de malezas o semillas. Lo mejor será desherbar a mano, de ahí la importancia de hacer semilleros fáciles de andar, bajo un sombreado adecuado (50-60% de sombra). Aún el uso de machete o cuchillos grandes en estos casos no es lo más recomendado por los daños que se ocasiona a las plantitas. Los cortes o lastimaduras generalmente son la mejor puerta de entrada a enfermedades fungosas o de otra índole.

### Combate de las Malas Hierbas

Del Trasplante a un Año de Edad: Las plantas que salen del vivero siguen siendo muy susceptibles al daño por herbicidas, por lo tanto su uso debe ser hecho con mucho cuidado. Se puede hacer aplicaciones con los siguientes herbicidas:

Gramoxone (paraquat) 1,5 - 2,5 lbs/manzana con pega o adherente.

MSMA (Daconate, Weed-Hoe 108 más pega, Weed-E-Rad). En dosis de 2 - 3 lbs/ha

Dalapon (Dowpon, Basfapon, más pega (Pegafix) en dosis de 2 - 3 kg/ha

Este tratamiento se debe repetir a los 15 ó 20 días. Si hubiere malezas de hoja ancha es necesario añadir de 1,0 a 1,5 lbs/ha de 2,4-D. Gesapax. Más pega, este herbicida debe ser aplicado cuando las malezas tengan de 5 - 12 cm de altura, después de una chapea a machete, pero la dosis debe consultar con el vendedor del producto.

Tanto el Gramoxone como el MSMA, se puede mezclar con el Diuron (Karmex) 1,0 kg/ha. Estos herbicidas deben ser aplicados sobre malezas vivas, pero de acuerdo a la altura de la hierba debe aumentarse la dosis especialmente si pasad de 50-70 cm.

De más de Dos Años de Edad: Diuron 1,0 - 1,5 kg/ha en suelo limpio, después de una chapea bien baja a ras del suelo.

Diuron 1,0 - 1,5 kg/ha más Paraquat 1,5 lb/ha sobre malezas hasta de 40 cm de altura.

Dalapon 3 - 4 kg/ha sobre malezas de 5 - 70 cm de altura. Si hubiere maleza de hoja ancha, se debe añadir 2,4-D de 1,0 a 1,5 lb/ha

Diuron 1,5 a 2,0 kg/ha más MSMA de 2 a 3 lb/ha con pega, para ser aplicado en malezas de hasta 40 cm.

Gesapax más pega. Se debe consultar al agente o extensionista o ver en la etiqueta la cantidad a aplicarse. Si hubiera maleza de hoja ancha, se debe añadir 2,4-D de 1,0 a 1,5 lb/ha.

Cuando haga aplicaciones de herbicidas, por ningún concepto o por nada moje las plantas de cacao, especialmente cuando están tiernas. Si el suelo es arenoso o liviano, siempre debe usar un poco menos de la dosis recomendada.

No hay mucha investigación sobre el efecto de estos herbicidas a los árboles de sombra de los cacaotales, por lo tanto se debe tener mucho cuidado de no tocar ni poner muy cerca del tronco.

Si se desea eliminar alguna sombra provisional como la de banano, el uso de 2,4-D y 2,4,5-T; aunque en algunos casos hay rebrotes, es fácil y económico, pero puede haber algunos rebrotes de banano. Se puede usar también Tordón. Para controlar yuca se puede también usar 2,4-D o 2,4,5-T, siendo este último el más efectivo. Cuando se trata de eliminar árboles grandes se puede hacer anillamientos o emplear el hacha para lastimar el tronco y hacer una aplicación de 2,4-D, 2,4,5-T, Tordón o Arseniato de Sodio (25%). Este último ingrediente es altamente tóxico para los humanos, por lo tanto, su uso debe estar bien controlado.

Estas recomendaciones son hechas basándose en el trabajo del personal del CATIE, con amplia experiencia en el control de malezas de cacao, y de las recomendaciones de Trinidad.

Para la selección y uso de herbicidas siempre se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:



1. Clase de malas hierbas presentes.
2. Tamaño y edad de las malezas.
3. Condiciones ambientales, antes y después de la aplicación:
  - a) Temperaturas
  - b) Lluvias
  - c) Vientos
  - d) Cantidad de luz presente en el punto de aplicación
4. Método de aplicación, relacionado con la concentración y el volumen de la aspersion.
5. Momento de la aplicación.
6. Finalmente se debe tomar en cuenta todos los aspectos para hacer una aplicación sin que el operario corra ningún riesgo, a saber:
  - a) Uso de protectores para el cuerpo.
  - b) No fumar durante la operación.
  - c) No comer.
  - d) Lavar bien el equipo luego del uso.
  - e) Luego de finalizada la operación, el operario debe bañarse y cambiarse de ropa.
  - f) El mismo operario no debe hacer el trabajo todo el tiempo.
  - g) Mantener un botiquín de primeros auxilios adecuado, siempre a mano.
  - h) Nunca debe efectuar la operación una persona sola.
  - i) Toda persona debe leer cuidadosamente las etiquetas del producto para saber perfectamente su uso, sus peligros y todas las otras recomendaciones.

- j) No deje los productos químicos frente a alimentos, ni al alcance de los niños. Todos los agroquímicos son venenosos en diferentes grados, por lo tanto son peligrosos.

#### PLAGAS DEL CACAO

Muchas de las plagas del cacao no son problema muy grave o no se conoce qué tan grave sean, pero un descuido en su control puede ocasionar que lleguen a constituir un problema muy serio. Por esa razón, siempre se debe cuidar de que no se extiendan y multipliquen hasta que se conviertan en plaga seria ninguno de los insectos dañinos.

El cacao es una de las plantas económicas que al mismo tiempo que puede sufrir ataques de los insectos con daños considerables, los necesitan para otras funciones específicas, por lo que un abuso en el uso de insecticidas indiscriminadamente, puede conducir a fracasos económicos.

En los cacaotales, además de los insectos dañinos existen insectos beneficiosos como los de la polinización, predadores y parásitos de otros insectos plagas. Los insectos dañinos en general son muchos, pero naturalmente son controlados por sus predadores.

Existen también insectos que transmiten enfermedades; tal es el caso de los pequeños abejones (*Xyleborus*) que pueden transmitir o propagar la enfermedad llamada "Mal de Machete". En Africa, algunos de los chinches harinosos (*Pseudococcus*) o cochinillas, transmiten algunos tipos de virus.

El combate de los insectos estrictamente se debe hacer en el semillero y en el vivero, pues en estos lugares tienen poca importancia los insectos beneficiosos y como el área de aplicación es restringida, no afecta las zonas de producción.

Las plantitas deben salir al campo libres de insectos o daños ocasionados por ellos.

Todo insecticida es veneno y por lo tanto es peligroso para el hombre, también en algunos casos el insecticida se acumula en el organismo y las consecuencias pueden verse después de un largo tiempo. Use con sumo cuidado los productos, siempre use botas de hule lo más altas posible, use ropa gruesa, camisa de manga larga, protector para respirar, guantes. No toque con las manos ni con ninguna parte del cuerpo los productos químicos en general, mejor no fume mientras esté trabajando, no coma ni tome bebidas. Al terminar el trabajo báñese y cámbiese de ropa, la que debe ser lavada cuidadosamente con abundante jabón. No mezcle productos insecticidas con herbicidas. Use siempre diferente bomba y cuando termine lave bien con jabón por lo menos tres veces. Use boquillas adecuadas para cada caso.

Las plagas más importantes son:

1. Afidos: Insectos pequeños de color oscuro, siempre agrupados en colonias; atacan los brotes, las hojas y las flores, también atacan los frutos jóvenes, especialmente cuando son partenogenéticos, los cuales pueden haber desarrollado por estímulo de su propio ataque a la flor. Es muy común encontrarlos en plantas jóvenes hasta los 6 y 7 años de edad. Estos insectos generalmente están atendidos por hormigas de los géneros *Crematogaster*, *Camponotus* y *Ectatoma*.

Hay varias especies que atacan al cacao. La más general y que ataca más órganos es la especie *Toxoptera aurantii*, y otra especie que ataca más que nada a los pedúnculos de las flores es el *Aphys gossypii*, que es una especie bastante cosmopolita. Se puede combatir con Malathion, Thiodan o

con Metasystox-R. Se debe repetir la operación sólo si es necesario.

2. Acaros. Arañitas usualmente de color rojo o café que se localizan en el envés de la hoja. Atacan los brotes jóvenes especialmente en el vivero. Produce atrofia, malformación y defoliación de los brotes terminales, lo cual puede terminar como una muerte regresiva. Se puede combatir con Kelthane, Metasystox-R o con Tedion.

Antes de hacer las aspersiones, es recomendable podar y quemar los brotes afectados y la aplicación de cualquiera de los productos debe hacerse humedeciendo bien los brotes nuevos de la planta.

3. Cápsidos de Cacao o Monalonium: Dañan las mazorcas y las yemas terminales; causado por *Monalonium braconoides* en las mazorcas provocan deformaciones, al atacarlas y poner sus huevos. Si el ataque es muy severo, o en un extremo, y cuando el fruto es bastante joven, se puede perder la mazorca, pero por lo general el daño no alcanza la parte interna del fruto, por lo tanto, a las semillas. El daño más perjudicial se demuestra como muerte regresiva de las ramitas.

Esta plaga está relacionada con la escasez de sombra. Los frutos pueden ser atacados por las ninfas y los adultos formando un daño bastante característico que puede ser fácilmente reconocible. Es una plaga muy estacional y en ocasiones puede aparecer con caracteres alarmantes, para luego casi desaparecer; esto aparentemente se debe a que al asomar con abundancia, sus enemigos naturales también aumentan proporcionalmente, por lo tanto su combate debe ser muy cuidadoso y oportuno. No se conoce muy bien

el control biológico de estos insectos. Se puede combatir con malathion, Sevin, Lindano y Diazinon.

4. Salivaso. *Clastoptera globosa*. Es un insecto que ataca principalmente a las flores y que puede secarlas. Cuando llega a un ataque fuerte, puede ser muy destructora de las flores y los cojinetes florales. Se combate con Metasystox-R.

5. Chinches: Hay varios tipos, pueden transmitir enfermedades, en algunos lugares se los considera como transmisores de la Monilia, y viven en colonias en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones a modo de chancros o llagas oscuras de poca profundidad. Se pueden combatir con Malathion y con Metasystox-R.

6. Barrenador del Tallo: Daño causado por algunos tipos de *Cerambycidae*; la mayoría de estos insectos hacen un ataque secundario. Algunos de estas especies pueden matar las plantitas jóvenes, menores de un año de edad. La hembra raspa la corteza tierna de la plantita en la parte terminal y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran al tallito y se alimentan internamente formando pequeñas galerías, hasta que son pupas, después de varios meses, tiempo en el cual las plantitas o las ramas afectadas mueren. Se combate con Thiodan o Lindano.

7. Gusano Medidor o Gusanos Defoliadores: Son larvas de Lepidopteros que atacan generalmente el follaje tierno y causan mucha destrucción de éste. Su daño es parecido al de la hormiga pero se puede identificar por la forma del corte. El daño es más acentuado en la parte intervenal

de la hoja. También se pueden agrupar aquí los gusanos esqueletizadores que perforan las áreas intervenales dejando solamente secas las venas de las hojas. Pueden causar daños bastante graves estacionalmente, pero en general no son problema grave y pueden vivir en un área por mucho tiempo sin causar mucho daño. Se lo combate con Sevin.

8. Zompopas u Hormigas: Defolian las plantas cortando porciones semicirculares típicas fácilmente identificables; una mata joven puede ser completamente defoliada en poco tiempo. Las hormigas se pueden combatir con Aldrin o clordano, mezclado con arena y puesto en las entradas de los nidos. También se puede combatir con Mirex que debe ponerse en los caminos de entrada al nido. No se debe tocar el Mirex porque es sumamente tóxico. Las aplicaciones de todos estos insecticidas deben ser realizadas durante días secos para evitar pérdidas de material.

9. Trips: Se les considera como insectos beneficiosos que ayudan a la polinización del cacao, aunque en un tanto por ciento bastante bajo. Cuando se localizan en las hojas y su ataque es fuerte, las hojas dan la apariencia de secas o quemadas, que se caen fácilmente. Cuando atacan los frutos, éstos presentan un matiz herrumbroso, lo que impide la identificación de la madurez de la mazorca. Se puede combatir con Metasystox al observar que los insectos están haciendo colonias.

10. Barrenadores del Fruto del Grupo Marmara: Las hembras ponen los huevos en los frutos inmaduros y las larvas hacen galerías dando una coloración pardo oscuro o café oscuro que invade parcial o totalmente la mazorca. Se combate con Endrín o con Lannate.

11. Crisomelidos: Pequeños coleópteros de colores brillantes.

Existen muchas especies que atacan al cacao. La mayoría son plagas nocturnas de las hojas tiernas, a las que causan unos pequeños huecos. También pueden causar algún daño en los frutos formando lesiones superficiales, que en todo caso pueden ser puertas de entrada para otras enfermedades, pero por sí mismas no causan pérdidas de mazorcas. Se combaten con Sevín y Thiodan.

12. Escolitidos: Hay muchas especies de estos que atacan los troncos de cacao haciendo túneles. Algunas especies han sido asociadas con la enfermedad llamada Mal del Machete; la mayoría pertenecen al género *Xyleborus*. Casi todos son insectos perforadores secundarios, que atacan troncos previamente afectados. Se puede notar grupos de aserrín al pie de un árbol atacado por algunas especies de estos insectos. Se combate con Sevín y Thiodan.

13. Gallina Ciega: En algunos lugares las larvas de estos escarabajos pueden presentar un problema, especialmente cuando se hace un vivero en el suelo y este lugar fue previamente cultivado con maíz o gramíneas. Provocan daños a las raíces. Se conoce poco de estos insectos en las áreas tropicales. Se puede combatir con Aldrin o algunos insecticidas organofosfatados. Casi todas las plagas del cacao se pueden combatir con Parathion, pero su uso ha sido restringido debido a su alta peligrosidad. Sin embargo, debe recordarse que todos los productos químicos son venenosos, en mayor o menor grado.

## ENFERMEDADES DEL CACAO

Por lo general las enfermedades del cacao causan muchas pérdidas al agricultor. Algunas de ellas pueden destruir todas las mazorcas de una plantación en algún momento, otra enfermedad puede matar las plantas susceptibles. En general los mayores problemas del agricultor están ligados a las enfermedades y a su combate.

Las enfermedades más importantes en esta zona de Centro América son:

### La Podredumbre Negra

Esta es la enfermedad más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras, causada por el hongo *Phytophthora palmivora* y es responsable de más pérdidas en las cosechas que cualquier otra enfermedad existente en la región. Por ejemplo, un promedio de 22% o más de las mazorcas producidas anualmente por algunos de los cultivares más susceptibles de La Lola (Finca Experimental de cacao del CATIE) están infectadas. En algunos años ciertos cultivares presentan infecciones de las mazorcas que pueden llegar a 80% o más. Estos estimados no incluyen las pérdidas debido a infecciones de cherrelles, cojines florales y hojas (17).

Aunque el hongo puede atacar diferentes partes del árbol de cacao (cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces), el principal daño lo sufren las mazorcas. En ellas, la infección aparece como manchas pardas, oscuras, aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie y a través de la mazorca. Las almendras se infectan y resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida.



La precipitación, humedad relativa (o déficit de presión de vapor) y temperatura son los factores climáticos que inciden en la severidad de la enfermedad. La precipitación favorece la enfermedad ya que la presencia de humedad en los árboles de cacao es esencial para la reproducción del hongo y la infección. La incidencia de la enfermedad es más o menos proporcional a la precipitación y, dentro de ciertos límites, cuanto mayor sea la precipitación tanto mayor será la incidencia de la podredumbre negra, aunque la situación se complica también por las interacciones con la temperatura. La cantidad total de precipitación es menos importante que su frecuencia o duración. El número de días lluviosos y el número de horas de lluvia por día son importantes por cuanto determinan el tiempo que los árboles de cacao permanecen mojados. Una alta humedad relativa también favorece la enfermedad porque retarda la evaporación de humedad, en la superficie del árbol, producida por lluvia o rocío. La podredumbre negra también se ve favorecida por temperaturas bajas, ya que el hongo alcanza su máxima reproducción a 18 - 20°C. Por consiguiente, las condiciones ideales para la infección y diseminación de la podredumbre negra tienen lugar cuando el clima es fresco y lluvioso. Sin embargo, a temperaturas más altas (27 - 32°C), las lesiones de las mazorcas se desarrollan rápido y la pudrición se acelera.

La enfermedad puede ser combatida por la combinación de tres enfoques: control cultural, uso de fungicidas y uso de cultivares resistentes. Las prácticas culturales solas no combaten totalmente la enfermedad pero son importantes para reducir la cantidad de enfermedad presente en un cacaotal, de manera que otras medidas de combate sean más eficaces. La disminución de la cantidad de sombra en una plantación puede ser eficaz para mermar la incidencia

de la podredumbre negra en algunas áreas. La reducción de la densidad de sombra mejora la ventilación entre los árboles de cacao y baja la humedad. En Brasil, la reducción del número de árboles de sombra a 30-35 árboles por hectárea redujo la incidencia de la enfermedad hasta en un 40% en algunas parcelas. La recolección frecuente puede disminuir las pérdidas al aprovecharse mazorcas parcialmente infectadas antes de que las almendras se enfermen. Lo ideal sería la recolección semanal. Se debe cosechar no solamente las mazorcas maduras y sanas sino también las enfermas. Después de la cosecha es importante destruir las mazorcas negras ya que constituyen una fuente de infección para las mazorcas que todavía se encuentran en el árbol. Las cáscaras viejas y mazorcas negras deben ser enterradas, apiladas y quemadas o rociadas con un fungicida, o ser retiradas totalmente de la plantación.

La aspersión de fungicidas, especialmente con compuestos a base de cobre, es todavía el método más usado para el combate de la pudrición negra de la mazorca. Desafortunadamente, los fungicidas a base de cobre son caros y su uso en cacao es frecuentemente considerado antieconómico. No se ha encontrado todavía otros fungicidas tan eficaces como los compuestos de cobre que sean más baratos. Sin embargo, se puede reducir los costos de aplicación de fungicidas al calcular las épocas y frecuencias de las aplicaciones de acuerdo con las condiciones climáticas locales y los períodos "pico" de producción de mazorcas. Los fungicidas se deben aplicar únicamente durante épocas en que es mayor el riesgo de infección, lo cual usualmente ocurre cuando un "pico" de producción coincide con la estación lluviosa. Durante los períodos secos del año o durante los períodos más bajos de producción de mazorcas, se puede suspender la aspersión.

Aunque en Centroamérica en general no se adoptan programas rutinarios de aspersión, un plan posible podría ser rociar con Kocide 101 en una concentración de 2% con 0,05% de adherente, a razón de 140-160 litros por hectárea, según distancia de siembra y tamaño de los árboles, aplicados a la parte inferior de la copa y a las mazorcas por medio de un neblinador motorizado. Las aplicaciones pueden hacerse a intervalos de 21-30 días cuando el período de mayor precipitación y principal época de producción de mazorcas coinciden, es decir, de junio o julio a noviembre o diciembre, la enfermedad *P. palmivora* también puede atacar severamente el follaje del cacao y en tales casos las aspersiones deben aplicarse a las copas de los árboles, lo mismo que a las mazorcas, para evitar daño excesivo del follaje.

El uso de cultivares resistentes es casi siempre la forma más eficaz y económica de controlar cualquier enfermedad. La mayoría de los cultivares de cacao en el mundo entero son en mayor o menor grado susceptibles a *P. palmivora* y hasta ahora no se dispone de cultivares inmunes. No obstante, se conoce un número de cultivares con buena resistencia a *P. palmivora* y la reposición de los cultivares existentes con tipos más resistentes sería una forma barata y fácil de reducir las pérdidas ocasionadas por la podredumbre de la mazorca. El uso de tales cultivares resistentes también reduce el costo de combate con fungicidas ya que son necesarias menos aplicaciones para combatir la enfermedad satisfactoriamente. Cultivares con buena resistencia, identificados en el CATIE (Turrialba) y en La Lola, son: Scavina-6, Scavina-12, Catongo, CC-42, UF-613, Pond-7 y EET-59. Con base en estos cultivares se han desarrollado híbridos resistentes.

En algunos lugares, los frutos de ciertos cultivares maduran más temprano o más tarde que la mayoría de otros cultivares. Aunque estos cultivares pueden ser básicamente susceptibles, escapan a la enfermedad debido a que sus mazorcas maduran cuando la incidencia de la enfermedad es menor. Este fenómeno, conocido como escape a la enfermedad, puede ser explotado con éxito como una forma muy barata y fácil para el control de la mazorca negra. Los cultivares UF-29 y CC-41 muestran escape a la enfermedad en La Lola.

Es indudable que ninguno de los sistemas de combate por sí solo va a dar buenos resultados; por esta razón se insiste en que el combate de la enfermedad debe ser por medio de un procedimiento en que se integren todos los medios conocidos, comenzando por usar híbridos que tengan por lo menos un padre resistente o que en las mezclas de los híbridos recomendados haya varias fuentes de resistencia, luego las cosechas continuas para evitar que las mazorcas dañadas o en proceso de pudrición aumenten el inóculo en el área. La recolección de las otras partes afectadas de los árboles y su destrucción. Todo esto combinado con un buen control del sombreamiento, una buena y adecuada abonadura y aplicaciones periódicas de fungicidas cúpricos ayuda a reducir al mínimo los efectos de esta enfermedad.

#### Mal de Machete

Otra grave enfermedad del cacao es el "Mal del Machete" causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*. Como esta enfermedad destruye árboles enteros, las pérdidas pueden ser muy altas. Por ejemplo, en La Lola nueve cultivares muy susceptibles sufrieron una mortalidad del 57 al 73% durante

los 12 años comprendidos entre 1960 y 1971.

El hongo siempre infecta al cacao por medio de lesiones en los troncos y ramas principales y puede matar a un árbol rápidamente. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas, momento en que el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas la copa entera muere, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol.

Las lesiones por medio de las cuales penetra el hongo pueden ser causadas en forma natural, tales como las que producen ramas de árboles de sombra al caer; también pueden ser hechas por el hombre con instrumentos cortantes como machetes al podar, cosechar y deshierbar.

En Costa Rica la enfermedad casi siempre está asociada con ataque de *Xyleborus* spp. Estos insectos perforadores de corteza no causan la enfermedad, pues no transmiten el hongo activamente, pero sí ayudan a diseminarlo. Cuando estos insectos penetran la corteza de los árboles enfermos, las esporas de *C. fimbriata* se desarrollan en el aserrín producido por los insectos en las galerías. Como este aserrín, llevando las esporas, es forzado afuera de las galerías y dispersado por el viento, las esporas llevadas por el aire se encuentran en disponibilidad de infectar otros árboles a través de heridas. Los escarabajos *Xyleborus* muestran una preferencia definida a atacar los árboles de cacao ya infectados por *C. fimbriata*; por ende, frecuentemente se observa una asociación estrecha entre estos insectos y la enfermedad.

El "Mal de Machete" se disemina con facilidad por medio de herramientas contaminadas, durante la poda y la recolección, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad, todas las

herramientas deben desinfectarse después de ser usadas en cada árbol. Esto se logra fácilmente limpiando las herramientas con una solución de formalina al 10%. Es también importante evitar daño innecesario a los árboles durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. Las ramas infectadas o los árboles enteros, muertos por la enfermedad, deben retirarse y quemarse.

Hasta la fecha, el control del "Mal del Machete" por medio de aplicaciones de fungicidas no ha tenido éxito y la forma más eficaz para controlar la enfermedad es usar cultivares resistentes o híbridos. Algunos de los cultivares de Turrialba y La Lola que tienen muy alta resistencia son UF-29, UF-296, UF-613, CC-41, CC-38, y CC-42. Pruebas de laboratorio han indicado que los cultivares IMC-67, PA-121, SPA-9, EET-339, EET-400 y Pound-12, y los híbridos formados por éstos padres, son también resistentes.

#### Las Bubas

Las bubas, que consisten en abultamiento y crecimiento anormal de los cojines florales, posiblemente ocasionan pérdidas significativas de cacao en Costa Rica. Aunque se han identificado cinco tipos diferentes de bubas, solamente dos son de importancia: la buba de puntos verdes, causada por el hongo *Calonectria (Fusarium) rigidiuscula* y la buba floral cuya causa se desconoce.

Las pérdidas ocasionadas por las bubas son difíciles de evaluar, aunque pueden ser extensas debido a que en los cojines florales atacados por la enfermedad no se forman mazorcas. Las bubas pueden ser responsables de la lenta pero persistente declinación en producción de mazorcas experimentada en muchas regiones.

La única forma de control conocida es por medio del uso de cultivares

resistentes. Por lo menos tres cultivares con alta resistencia a la buba de puntos verdes e inmunes a la buba floral se conocen: UF-29, UF-242 y UF-273.

#### Pudrición Acuosa Causada por *Monilia roseri*

La primera noticia, aunque incierta, que se tiene de la enfermedad data del año 1895 en la hacienda Maravilla, Provincia de los Ríos en Ecuador, en donde el dueño, Sr. González describe en su diario que en su plantación cosecharon mazorcas con el mismo síntoma de Monilia (15) y que la enfermedad pronto desapareció y no causó mucho estrago. Solamente años más tarde esta enfermedad, junto con la "Escoba de Bruja" decrecieron totalmente la producción al estado de que plantaciones que en 1916 tenían altos rendimientos, en 1918 fueron reducidas a un 30% y para 1920, las plantaciones fueron reemplazadas con banano porque no había suficiente producción (13).

La enfermedad, conocida con los nombres de Monilia, Pudrición Acuosa, Helada, Mancha Ceniza o Enfermedad de Quevedo, es causada por el hongo *Monilia roseri* Cif. y Par.. Se cree que esta enfermedad se originó en Ecuador y que de ahí pasó a Colombia, Perú y a algunos lugares de Venezuela. En Panamá se le ha encontrado recientemente al sur del Canal. El primero en informar de la enfermedad fue Rorer en 1915. Por lo tanto, en un período poco mayor de 40 años su área de ocurrencia ha crecido considerablemente y es probable que en el futuro se extienda a nuevas áreas.

En diciembre de 1978 llegó al CATIE una mazorca infectada con síntomas y signos similares a la Moniliasis. Inmediatamente se efectuaron aislamientos en el laboratorio y se visitó la finca de donde provenía la mazorca enferma, encontrándose muchas más con los mismos signos de miceliación y

esporulación característicos de la Moniliasis.

Para eliminar posibles dudas se solicitó ayuda al INIAP, Ecuador, donde se ha realizado la mayoría de las investigaciones relacionadas con esta enfermedad. Un examen visual y macroscópico de los cultivos efectuados por los técnicos del CATIE y de INIAP, así como síntomas, y especialmente signos en las mazorcas halladas en visitas al campo, permitieron determinar que se trata de la misma enfermedad. Sin embargo, se enviaron cultivos del hongo a organismos especializados para su identificación específica. El área afectada conocida hasta ahora parece estar restringida a un triángulo que une la desembocadura del Río La Estrella, la población de Cahuita y el puente de entrada a la población de Pandora, a  $9^{\circ}45'$  de latitud norte y  $83^{\circ}$  de longitud oeste, en la región atlántica de Costa Rica.

Importancia Económica: La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao. Sin embargo, su ataque es a menudo tan severo que se considera que la enfermedad constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de cacao. De Ecuador y Colombia se ha informado de pérdidas que van desde el 16 hasta el 80% y más. Su efecto dañino en la producción es por lo tanto comparable al de la Mazorca Negra.

La severidad en el ataque de la Monilia varía de lugar a lugar y de año a año de acuerdo con las condiciones del clima. El hecho de que en Ecuador la Monilia sea una de las enfermedades más severas del cacao mientras que la Phytophthora es relativamente de poca importancia sugiere que las condiciones de clima que favorecen a una y a otra son diferentes. Aparentemente las temperaturas altas favorecen más la diseminación de la Monilia.



Síntomas: La evidencia indica que la infección de *Monilia* ocurre principalmente en las primeras etapas del crecimiento de las mazorcas y que éstas se vuelven progresivamente más resistentes conforme avanza su desarrollo.

Cuando logra entrar en las etapas iniciales del crecimiento, el hongo parece capaz de invadir el interior de la mazorca mientras ésta continúa su crecimiento sin que en su exterior aparezca ningún síntoma de la enfermedad. A menudo hay mazorcas con esas infecciones ocultas que casi alcanzan su desarrollo completo, dando la impresión de estar sanas, pero repentinamente aparecen en su superficie las manchas características de la enfermedad. La primera señal de infección oculta es la aparición de puntos o pequeñas manchas de un color que sugiere una maduración prematura en mazorcas que aún no han alcanzado su desarrollo completo, como por ejemplo manchas amarillas en mazorcas verdes y manchas anaranjadas en mazorcas rojas. A menudo las mazorcas con infecciones ocultas presentan tumefacciones similares a las producidas algunas veces por la Escoba de Bruja. Cuando tales mazorcas se abren se encuentran más o menos podridas en su interior y parecen más pesadas que las mazorcas sanas de igual tamaño. Con el tiempo aparece en la superficie de la mazorca una mancha parda rodeada por una zona de transición de color amarillento. Tal mancha puede crecer hasta llegar a cubrir una parte considerable, y hasta la totalidad de la superficie de la mazorca. Bajo condiciones húmedas crece sobre la superficie de la mancha una especie de felpa dura y blanca de micelios de *Monilia*, pudiendo llegar a cubrir la totalidad de la mancha, y sobre la cual el hongo produce gran cantidad de esporas que dan a la masa micélica un color crema o café claro. Las esporas

se desprenden y diseminan fácilmente con el viento o al mover la mazorca. También son transportadas por los insectos. Las semillas se destruyen dentro de la mazorca infestada, produciéndose una podredumbre que se caracteriza por la acumulación de una apreciable cantidad de líquido en el interior de las mazorcas.

La enfermedad no ha sido reportada fuera del área que se describió antes. No se han encontrado huéspedes alternos. Tampoco se conoce que el organismo ataque otros órganos dentro de la planta de cacao; sin embargo, poco se conoce de los lugares donde pueden sobrevivir las esporas por períodos más o menos largos y que pueden ser causantes de un nuevo brote de la enfermedad.

Ciclo de Vida del Patógeno: El patógeno permanece en el estado de conidia en las mazorcas infestadas entre las estaciones del año. Las esporas son diseminadas por el viento, los insectos o el agua de lluvia. No se conoce muy bien el papel que juegue cada uno de estos factores. De varios trabajos efectuados en Colombia, varios autores afirman que algunos insectos juegan un papel muy importante, tanto en la diseminación de la enfermedad como en la contaminación o inoculación de las mazorcas. En Ecuador y otros países afectados se cree que el viento es el principal agente de diseminación del organismo.

La mejor temperatura para la germinación de las esporas es a los 22°C, temperatura a la cual se desarrolla más rápido que a 35°C. La espora germina sobre la mazorca, y penetra vía intercelular (22) directamente a través de la epidermis, a cualquier edad de la mazorca. El hongo, después

de la penetración, invade el tejido de la corteza de la mazorca, intercelularmente mediante esporas producidas por conidióforos ramificados, posteriormente el patógeno se torna intracelular, momento en el cual comienzan a asomar los síntomas de la enfermedad en forma de marchitez, necrosamientos y deformaciones en mazorcas tiernas, o como hidrosis, madurez irregular y prematura en mazorcas más desarrolladas, las cuales terminan con tejidos macerados y podridos. Finalmente, a través de los estomas asoma micelio, que produce abundante cantidad de esporas a partir de conidióforos simples.

El estado sexual del organismo no ha sido encontrado en el campo o producido *in vitro*, sólo se lo conoce al estado de conidia, que es como infecta las mazorcas de cacao.

Combate de la Enfermedad: Estudios llevados a cabo en Ecuador han mostrado que la incidencia de la *Monilia* está relacionada con la cantidad de lluvia caída durante las etapas iniciales del crecimiento de las mazorcas. Esta observación es de importancia por cuanto indica que para el combate las mazorcas deben protegerse en ese período de desarrollo. La aspersión debe iniciarse al comenzar el período de floración y continuarse durante el período de mayor formación de frutos. Las aspersiones que se hacen con el propósito de proteger las mazorcas maduras, o casi maduras, tienen poco efecto por cuanto la infección interior ha ocurrido ya y la mazorca habrá en todo caso desarrollado su propia resistencia contra nuevas infecciones. Si se aprovecha el conocimiento de la distribución de las lluvias y del ciclo de floración del cacao en un área dada, se puede planear un programa económico de combate, con un mínimo de aspersiones durante los períodos en que éstas sean de mayor efectividad.

En Ecuador se ha logrado un combate efectivo de la *Monilia*, que ha dado un 100% o más de aumento en la producción, por medio de aspersiones con fungicidas en alto y bajo volumen. Con 12 aplicaciones durante la época de lluvias y a intervalos de dos semanas y a razón de 12 galones por hectárea, se obtuvieron notables resultados. Se encontró que media libra de Zineb por galón de agua o de una emulsión del 60% de aceite agrícola, aplicado a razón de 12 galones por hectárea daba un control de la *Monilia* semejante al que se conseguía con el mismo fungicida a razón de 2 libras por 100 galones de agua y 500 galones por hectárea. Cuando el Zineb se aplicó con agua en alto o bajo volumen la producción aumentó en un 100%, mientras que cuando se aplicó con aceite no hubo aumentos, lo cual sugiere que el aceite puede haber tenido efectos tóxicos. Resultados similares se han obtenido en Ecuador con hidróxido de cobre aplicado a razón de media libra por galón de agua en aspersiones de bajo volumen, al igual que con Maneb, Brestan-60, Oxido cuproso y azufre, en ciclos de 10-14 días, durante la época adecuada.

No se ha descubierto aún material inmune a *Monilia*, pero de las pruebas de Ecuador se conoce que hay clones que consistentemente tienen menor número de mazorcas infectadas, entre ellos figuran: de la sirie EET: 233, 296, 381, 382, 387, 406 y el clon 'SCA-12'. A pesar de que todos estos clones son citados como resistentes, en la práctica solamente 'EET-233' y 'SCA-12' parecen mostrar tolerancia.

Se ha dicho que el cacao criollo es más resistente a la *Monilia* que el Forastero y el Trinitario (18). Los resultados de una investigación llevada a cabo en el Ecuador (10) no mostraron que en el cacao Trinitario

exista relación entre el color de las mazorcas y su grado de susceptibilidad al ataque de la *Monilia*. Aun cuando el cacao Criollo es superior al Forastero y al Trinitario, ello es de poca importancia económica para el agricultor por cuanto dicho cacao es altamente susceptible a las enfermedades causadas por *Phytophthora palmivora* y *Ceratocystis fimbriata*.

Con base en la información de que se dispone actualmente se hacen las siguientes recomendaciones para el combate de la *Monilia*:

1. Cosechar a intervalos cortos (cada semana) quitando de los árboles y sacando de la plantación todas las mazorcas infectadas y proceder a su destrucción inmediata.
2. No abrir las mazorcas dentro de la plantación ni dejar en ella montones de cáscaras viejas.
3. Poner en práctica un programa de aspersiones de alto o bajo volumen estrechamente relacionado con los períodos de mayor formación de flores y de frutos y con las fluctuaciones de las lluvias. Las aspersiones deben hacerse cada dos o tres semanas, iniciándolas en el período de mayor floración y continuándolas durante el período de mayor formación de frutos. Se han obtenido buenos resultados también con el uso de productos cúpricos.

#### Muerte Regresiva

La enfermedad conocida como muerte regresiva o "die-back" puede causar algunos problemas en Costa Rica. La condición es ocasionada por una compleja interacción entre sombra inadecuada, baja fertilidad del suelo y malos drenajes y ataques de cápsidos de *Monalonium*, trips y los hongos

*Colletotricum gloesporioides*, *Botryiodiplodia theobromae* y *Calonectria rigidiuscula*. Siempre que el árbol de cacao se debilita debido a un ambiente desfavorable, se expone al ataque de estos insectos u hongos. En Costa Rica, cuando el cacao se debilita por razones de ambiente desfavorable, los síntomas de muerte regresiva a menudo son asociados con ataques severos de *Monalonium braconoides*. Cuando la situación es grave los árboles pueden verse severamente defoliados.

El combate de esta enfermedad radica básicamente en buenas prácticas de manejo, por medio del mantenimiento de sombra adecuada, fertilización del suelo y drenajes.

#### Enfermedades Menores

La enfermedad conocida como "mal de cuatro años", causada por los hongos *Rosellinia pepo* y *R. lunodes*, ocasiona pérdidas considerables en cacao en otros países pero no es muy común en Centro América. El combate se ejerce por medio de la erradicación y destrucción de los árboles infectados y sus raíces, mediante aplicaciones al suelo en el sitio infectado de fungicidas como PCNB y, cuando sea necesario, por mejoramiento de drenajes y aplicación de cal.

La Antracnosis, ocasionada por el hongo *Colletotrichum gloesporioides* rara vez causa mucho daño en Costa Rica. Cuando es grave, la enfermedad puede ocasionar la total caída de las hojas jóvenes. Se combate por medio de la remoción de brotes infectados y aspersion con los fungicidas usados contra la podredumbre negra. Este hongo también puede dañar plántulas y estacas en los viveros.

La koleroga o "Mal de hilachas", causada por el hongo *Pellicularia koleroga*, y el mal rosado, cuya causa es el hongo *Corticium salmonicolor*, se presentan esporádicamente en el cacao de Costa Rica. El mayor daño que causan es la muerte de una rama individual. La enfermedad se combate por medio de la poda y destrucción de las ramas infectadas y la reducción de la humedad por medio de la disminución de sombra o mejoramiento del drenaje.

Dos tipos de pudrición de la mazorca de cacao son causados por los hongos *Botryodiplodia theobromae* (pudrición parda), y *Thielaviopsis paradoxa* (pudrición de la mazorca por *Thielaviopsis*) pero ninguno causa daños apreciables y rara vez justifican medidas de combate.

Afortunadamente, una enfermedad muy seria encontrada en otras partes de América, la "Escoba de Bruja" (*Crinipellis perniciosa*), aún no existe en Costa Rica o en el resto de la América Central y México. Por ahora la devastante enfermedad virosa "la hinchazón de los retoños" se restringe al Africa Occidental.

#### COSECHA

Consiste en la recolección de las bellotas o mazorcas maduras, abrirlas y sacar las almendras frescas.

Las mazorcas verdes cuando jóvenes, son amarillas cuando maduras, y las mazorcas rojas se vuelven anaranjadas.

Las mazorcas nacen en los cojines florales de los tallos del árbol. Si los cojines se dañan no habrá formación de flores y por tanto no habrá producción. Es muy importante que los instrumentos para cosechar estén bien

afilados para no dañar los cojines florales.

Es necesario recordar que sólo deben cosecharse las mazorcas maduras, ya que las "pintonas" pueden no tener suficiente azúcar en la pulpa para una fermentación satisfactoria, que es la operación siguiente. Por otra parte, las mazorcas demasiado maduras tienden a secarse y se puede producir la germinación dentro de los frutos.

La cosecha de los frutos debe hacerse lo más continuo posible para evitar que se sobremaduren. Si la plantación es grande, se puede cosechar cada 8 a 15 días. Si la plantación es pequeña, quizá se pueda hacerlo cada mes; en todo caso, no hay que dejar sobremadurar las bellotas o mazorcas, por cuanto las almendras germinan dentro del fruto y quedan inutilizadas.

La apertura o quiebra de las mazorcas o bellotas se puede hacer en el campo o en el lugar de fermentado y secado, para lo cual se puede usar un machete en la mano o uno fijo a dos trozos de madera clavados en el suelo. La extracción de las almendras se puede hacer con los dedos o con aparatos especialmente diseñados con ese propósito. Las semillas se transportan en cajas de madera o en sacos plásticos, hacia el lugar de fermentación. No se debe poner en contacto con materiales de metal. En caso de abrir las mazorcas o bellotas en el "beneficio", las almendras se pueden poner directamente en los fermentadores.

#### FERMENTACION

Es el proceso por medio del cual se limpian las semillas, se mata el embrión y se da buena calidad y presentación a las almendras.

Para este objeto se necesita un lugar especial poco venteado pero bien ventilado. Hay varios métodos para fermentar cacao.



1. En montones. Es quizá el método más usado por pequeños productores; consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera de tal suerte que los jugos puedan escurrirse. Estos montones pueden removerse para pasar a otro lugar y así obtener una mejor fermentación. En los montones pueden pasar entre 5 a 8 días y luego se extienden para secarlos.
2. Es muy común que el pequeño agricultor abra sus mazorcas de cacao en el campo y llene los sacos de plástico o yute en los que transporta hacia el centro de fermentación y deje las almendras en dichos sacos por 4 - 6 días fermentando. Estos sacos en ocasiones son colgados de tal manera que tengan mejor aereación y sufran menos ataques de animales dañinos.  
  
También es costumbre entre muy pocos agricultores cambiar de recipiente cada dos días o día de por medio, de tal manera que se mezcle bien la masa; quizá este hecho es el más importante para obtener una buena fermentación. Si el recipiente es dejado en una finca por más de tres días la fermentación es deficiente y la mayoría de las semillas en el centro del recipiente no sufre ninguna fermentación.
3. En cajas. El tamaño de las cajas puede variar mucho de acuerdo a la cantidad de almendras que se pueda cosechar como máximo en una finca en algún momento, o sea en el pico mayor de producción. Las semillas se colocan en las cajas, las cuales están perforadas para dejar escurrir los jugos. Algunas fincas tienen un sistema de cajas largas, de las cuales se va moviendo a un próximo tramo con el fin

de remover las semillas y mejorar la fermentación. En ocasiones estas cajas están a desnivel con la finalidad de facilitar el paso de una caja a otra, cada día o cada dos días.

4. Método Rohan. En este método se hacen gavetas que deben medir 120 x 80 x 10 cm. Estas gavetas se ponen unas sobre otras formando una pila con un máximo de 12 gavetas.

Posiblemente este método es el que se puede usar con más ventajas, pues se hace fácil manejar las gavetas y si se tiene un suficiente número de ellas, siempre se puede fermentar cualquier cantidad.

También sirve para secar el cacao en la misma gaveta, para lo cual se puede construir una gaveta más grande y poner las almendras en la mitad para luego extenderlas a toda la superficie; de esta manera se puede manejar fácilmente el material al momento del secado.

La razón para poner 10 cm como altura de la gaveta es que en la fermentación de montones, solamente fermentaba bien la parte superficial, por lo que habría que remover las almendras; con este sistema esto no se hace necesario y si lo fuera, es muy fácil hacerlo.

Existen muchas otras variantes en los sistemas de fermentación, pero en todo caso son pequeñas variaciones de los métodos generales descritos y corresponden a costumbres locales o tradicionales, que no tienen sino influencia local.

Durante la fermentación la temperatura debe subir en la masa hasta llegar a 50°C aproximadamente. La temperatura sube debido a la fermentación alcohólica y acética. Cuando la temperatura llega a 45°C, los embriones de la semilla se mueren y este momento marca el inicio de los cambios

bioquímicos que luego darán el sabor y aroma a chocolate.

Además de los métodos descritos, en algunos países se hace la fermentación en canastas de bambú o de algunos otros materiales, dando el aspecto algo similar al uso de la gaveta de Rohan; y cuando ha pasado unos 4-5 días se comienza a secar.

Generalmente el tiempo de fermentación varía de acuerdo al origen de la semilla. El tipo criollo en general necesita de 4 a 5 días, los tipos forasteros necesitan de 6 a 8 días, dependiendo además de otros factores del medio ambiente.

Un tipo de fermentado especial es el de Ecuador, donde prácticamente no se fermenta sino que se amontona durante la noche cubriendo los montones para protegerlos del frío; al día siguiente se lo extiende para que siga el secado. Este proceso se repite por varios días hasta que el material esté completamente seco.

#### SECADO

Luego de la fermentación, las almendras tienen alrededor de 55% de humedad, la cual debe ser reducida al 6% - 8% que es la humedad en la cual se debe almacenar y comercializar. Durante este proceso las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma a chocolate.

También en este momento cambian los colores al café típico del cacao fermentado y secado correctamente.

Hay varios métodos para secar cacao:

1. Al sol. Se aprovecha la temperatura que producen los rayos solares, para seguir secando paulatinamente el cacao. Este es quizá el método más recomendable porque al secarse lentamente las almendras completan satisfactoriamente los cambios para un buen sabor. Este secado se puede hacer en tendales, los cuales hay infinidad de formas de construir, tanto por su tamaño como por los materiales que se usan. Los más generalizados son los de madera y de bambú, aunque hay tendales de cemento y de otros materiales refractarios.
2. Estufas artificiales. Se han construído una gran cantidad de secadoras mecánicas, la mayoría de las cuales se basan en el paso de aire seco y caliente por la masa del cacao. Una de las más sencillas y baratas es el denominado secador Samoa (5) que se describe a continuación.

#### La Secadora de Cacao Samoa

La mayor parte de la producción mundial de cacao proviene de países en donde se pueden secar las almendras al sol, pero en ciertas regiones algunas cosechas coinciden con un período de lluvia o con un período de humedad intensa, y los granos tienen que ser secados artificialmente. Por ejemplo en los Camerunes Británicos, Costa Rica, Congo Belga y Samoa se usan secadoras artificiales. En Brasil, tercer país productor del mundo, gran parte de su cosecha se seca al sol, y el resto se seca artificialmente, para lo cual todas las haciendas están equipadas con secadoras artificiales; en esta forma durante el tiempo húmedo no hay pérdida de tiempo ni de granos.

Comparación de Diferentes Tipos de Secadoras: El equipo utilizado para el secado artificial varía desde simples plataformas calentadas hasta tambores movidos mecánicamente o series de bandejas colocadas sobre cadenas sin fin. El tipo más sencillo de secador consta de un piso o plataforma calentada por debajo por una corriente de aire caliente. Secadoras grandes de este tipo se han construído en los Camerunes, en haciendas de alemanes; secadoras pequeñas del mismo tipo fueron construídas en gran número durante los últimos años para los pequeños agricultores. En estas secadoras se necesitan de cuatro a cinco días para completar el proceso de secado, pues la temperatura que se produce no se distribuye uniformemente y se hace necesario remover los granos con frecuencia, con ayuda de un rastrillo.

Otro tipo de secadora tiene por principio una corriente de aire caliente que sube por convección al piso o plataforma. El piso está construído de reglas a distancias cortas, o de esteras y está sostenido por vigas colocadas a corta distancia. Secadoras basadas en este mismo principio se encuentran en varios países. Hay varias secadoras de este tipo en Samoa, tanto en fincas pequeñas como en grandes haciendas; una de las más grandes se encuentra en "West Samoa Trust Estate" y se conoce con el nombre de "Secador Martin". Consta de una plataforma de 13,70 m de largo y 7,60 m de ancho, con un rendimiento de 1 3/4 toneladas de granos secos en 20 horas. Tiene un tubo-hoguera en forma de U y está colocado de 1,37 m a 1,82 m más abajo del piso de secar, y hay entradas de aire frío que conducen, a través de la pared, a puntos apenas inferiores al tubo-hoguera. Este secador tiene un techo corredizo de modo que se pueden aprovechar los momentos de sol.

Siendo este secador de Samoa eficiente y sencillo para construir, se ha considerado adecuado para usar en los Camerunes, donde se necesitan con urgencia facilidades adicionales de secado.

Ventajas Especiales del Secador Samoa: Un prototipo del secador Samoa, cuya construcción se describe en las próximas páginas, se construyó y probó en Bournville, siendo su eficiencia y economía confirmada en los Camerunes. El secador tiene las siguientes ventajas:

1. Seca los granos bastante rápidamente.
2. Se puede construir en gran parte con materiales corrientes y los trabajos de metal pueden ser hechos por un herrero o un trabajador local.
3. Si se construye adecuadamente y se mantiene en buen estado, no hay peligro de que los granos se contaminen con humo.

#### Construcción del Secador Prototipo

1. Preparación del Terreno: El secador se construyó en terrenos que tenía un pequeño declive, abriéndose una zanja de 0,60 m de profundidad en dirección a la pendiente, la tierra de la zanja se colocó alrededor de la secadora, de tal modo que el nivel del suelo quedara a una altura conveniente que facilitara la remoción de los granos, mientras que la hoguera quedaba al nivel del suelo. Aunque esto no era parte esencial del diseño, contribuyó considerablemente a la comodidad del trabajo.

2. Tamaño y Capacidad del Secador: Originalmente el secador se construyó con una plataforma de 3,65 x 1,83 m, con una capacidad de 300 libras

de granos secos. Más tarde, se amplió a 7,31 x 3,05 m, de modo que colocando una capa de granos de 2 pulgadas de espesor se podían secar partidas de 1/2 tonelada cada vez. Las anotaciones siguientes se refieren al secador más grande.

Como lo indica la Figura 10, consta de un simple tubo hoguera que atraviesa de un extremo al otro. La plataforma estaba colocada encima del tubo-hoguera a una distancia de 0,90 a 1,20 m, se cubrió del espacio comprendido entre el suelo y la plataforma de modo que el aire frío entrara únicamente por los extremos del tubo-hoguera y el aire ya caliente escapara únicamente subiendo y atravesando la plataforma y la capa de granos.

3. El Tubo-hoguera y la Chimenea: El tubo-hoguera se construyó con 10 tambores (estañones) a los cuales se les quitaron las bases y las tapas; los tambores se unieron por sus extremos dando un largo total de 9,15 m de modo que quedó un tubo-hoguera que sobresalí un poco en ambos extremos de la plataforma del secador. Los tambores se unen con cintas metálicas de 10 cm de ancho; cada cinta lleva en su extremo una platina unida por medio de tornillos, consiguiéndose así una unión segura que no permite el escape de humo. Las uniones se recubrieron con cintas o tiras de asbesto.

Otra forma de unión que también es eficiente consta de cintas de asbesto y de una faja de aluminio sostenida por alambre. Este tipo de unión, por ser más flexible se recomienda cuando los tambores no son perfectamente circulares o cuando tienen diámetros ligeramente distintos.

El tubo-hoguera se colocó sobre ladrillos quedando separado del fondo de la zanja. El tubo tenía una ligera inclinación hacia la chimenea,

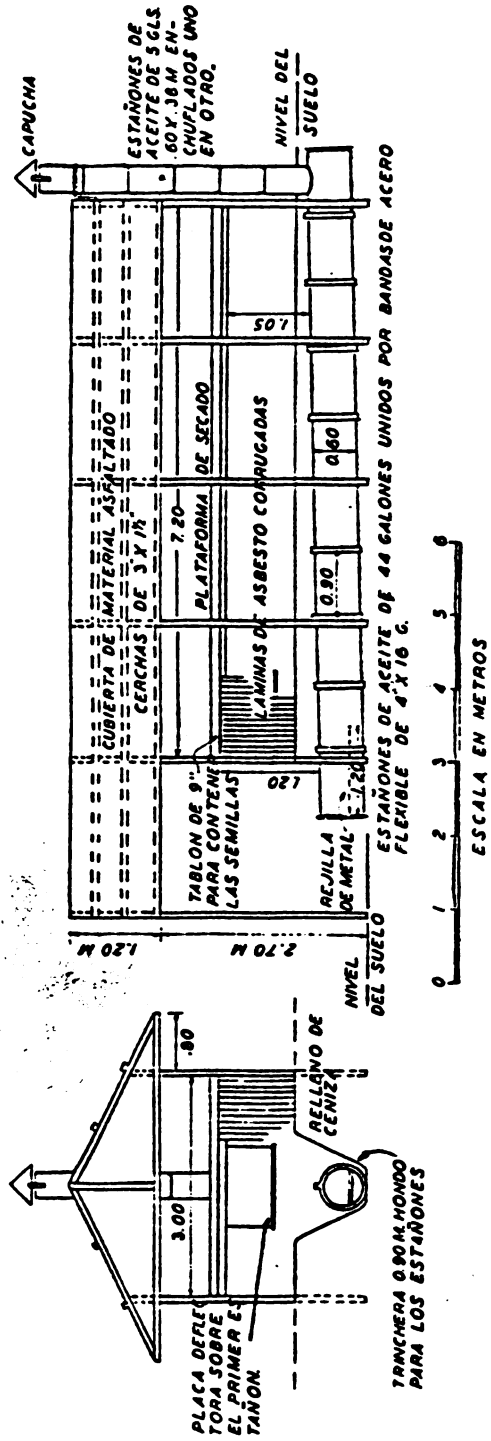


Figura 10. Secciones de una secadora operada con aire caliente



habiendo una diferencia de 0,30 m entre sus extremos. La chimenea también estaba hecha de tambores de menor diámetro. En un extremo de cada tambor se hicieron varios cortes verticales cortos y se dobló el metal hacia adentro, con el fin de disminuir su diámetro; otro tambor quedó encajado encima de éste de modo que queda firmemente unido, formando así la chimenea, la cual se unió al último tambor del tubo-hoguera, en el cual se cortó un hueco en la parte superior. Para asegurar una distribución uniforme del calor se colgó una plancha de asbesto sobre el primer tambor del tubo-hoguera.

4. Armazón y Plataforma de Secado: Ocho postes de madera sostienen la armazón de la plataforma construida de reglas de 0,05 x 0,10 m, de manera que la plataforma de secado quede a 1,06 m sobre el tubo-hoguera. Las paredes del secador son de hierro galvanizado, cortado y montado de tal manera que el aire pudiera entrar en la cámara de calefacción solamente a través de una abertura pequeña alrededor de los extremos del tubo-hoguera.

Sobre el marco de la secadora se colocaron travesaños de 0,07 x 0,05 m a una distancia de 0,38 m, para sostener el piso de la secadora. Con vigas colocadas a esta distancia es posible entrar en el secador para limpiar.

Algunas maderas, al secarse, se tornan quebradizas, razón por la que se requiere usar maderas fuertes para los travesaños.

Se usaron pisos de esteras de Africa Occidental. Si estas esteras se hacen de hojas frescas de palma, se encogen y al secarse dejan unas rendijas, lo cual debe, por consiguiente, tenerse en cuenta al hacerse el trabajo. Si se usa una sola estera algunas almendras pasará a través de las aberturas mayores y aún cuando la pérdida sea sólo de un 2 o 3%, dicha pérdida puede evitarse utilizando dos esteras en lugar de una.

5. Operación: El fuego en el extremo del tubo-hoguera se controla por medio de un amortiguador fabricado de la tapa de un tambor. Después de encender el fuego se colocaban las almendras fermentadas sobre las esteras, 1000 libras de almendras fermentadas en una caja de dos pulgadas de profundidad.

Con fuego constante se mantuvo una temperatura de 60 a 70°C, con la cual se puede secar una partida de almendras en 40 a 44 horas.

Es importante remover frecuentemente mientras las almendras se encuentran húmedas con el fin de evitar que se peguen entre ellas. Después de esto, sólo es necesario rastrillar a fin de asegurar un secado uniforme. Al finalizar cada operación es importante barrer bien la zanja alrededor del tubo-hoguera; esto es necesario debido a que pedazos de pulpa seca, granos quebrados y a veces granos enteros caen en el tubo-hoguera. Siendo el fuego a veces muy fuerte el tubo se pone rojo-incandescente. Bajo estas condiciones, pedazos de material combustible en contacto con él pueden ocasionar incendios.

#### Métodos de Construcción y Otros Materiales

Se debe hacer énfasis en que los planes descritos son apenas sugerencias básicas en experiencias limitadas. Debería probarse cualquier material local o modificación que contribuya a la fácil construcción o a la reducción de los gastos. Sin embargo, en cualquier método, deberán considerarse cuidadosamente los siguiente puntos:

1. Las uniones del tubo-hoguera deben ser a prueba de humo. Cualquier escape de humo contaminará el cacao.

2. Debe existir suficiente espacio entre el tubo-hoguera y la plataforma de la secadora para permitir una buena circulación del aire. Esto garantiza un secado uniforme y se reduce el riesgo de incendio.
3. La chimenea debe estar lo suficientemente alejada del secador y del techo para eliminar cualquier riesgo de incendio.

### Experiencias con el Secador Samoa en los Camerunes

Más de cincuenta secadoras del tipo Samoa se han construído en los Camerunes y las siguientes anotaciones muestran la experiencia obtenida en su construcción y operación. Los secadores se construyeron con materiales de que se disponía localmente con la excepción de fajas de asbesto y alambre galvanizado, 14 S.W.G. No se encontraron mayores dificultades para entrenar a los africanos con algo de habilidad para llevar a cabo los trabajos de construcción.

1. Elección del Lugar: Aunque es conveniente elegir un terreno inclinado no siempre se disponía de él, y la mayoría de los secadores se construyeron sobre terrenos planos. Como el tubo-hoguera está colocado en una zanja de 0,60 m de profundidad se tomaron precauciones contra la entrada de agua. En terrenos inclinados, se excavaron zanjas de drenaje en la parte superior para desviar el agua que descendía de la ladera, y se usaron canoas en los techos para desviar el agua de lluvia. También es importante no colocar el secador en un lugar donde el nivel del agua subterránea sea muy alto durante la estación lluviosa.

diagrama para la confección de cacao en polvo.

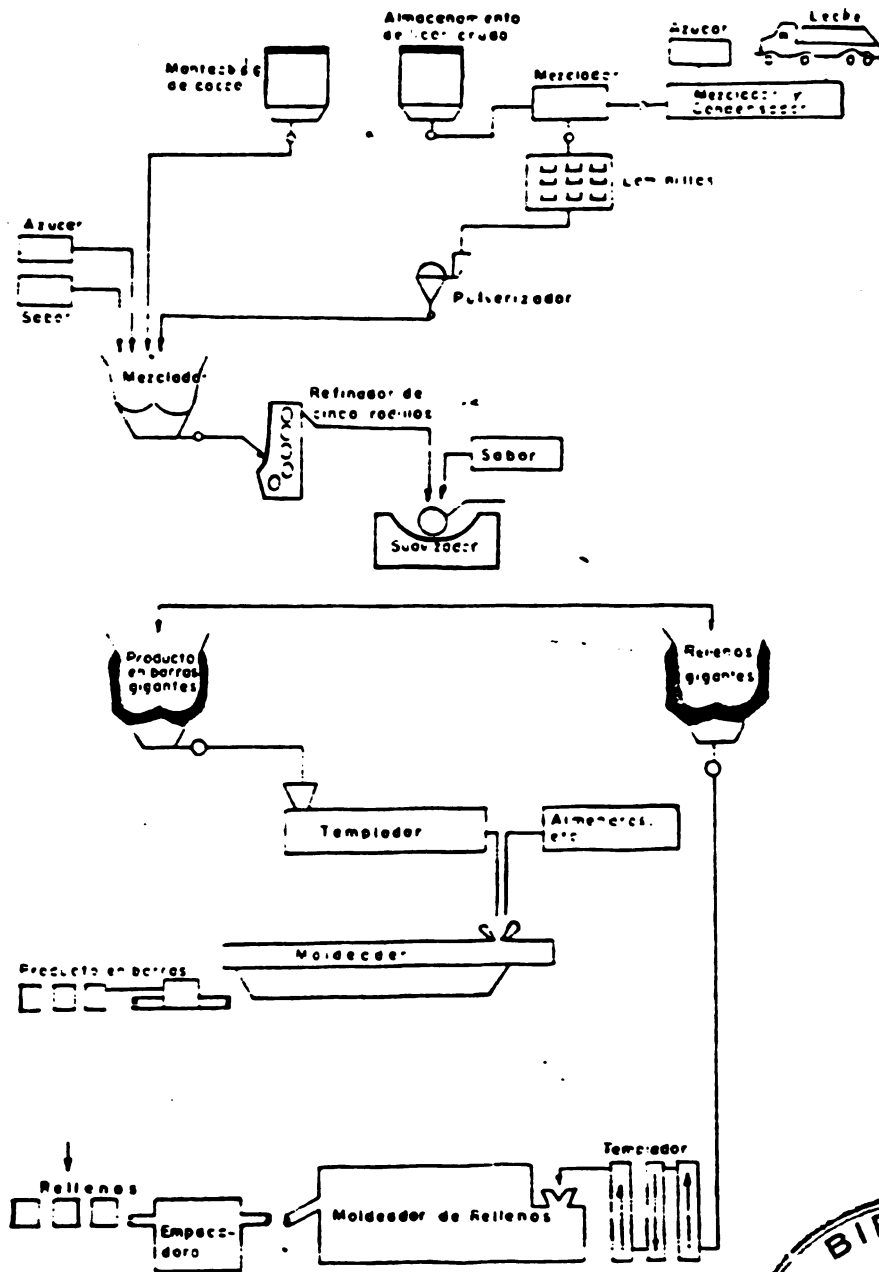
En todo caso siempre hay el proceso de extracción de la grasa que es uno de los productos que entran a otras industrias. La grasa se extrae del licor de cacao por medio de una prensa que en algunas ocasiones llega hasta 6.000 libras por pulgada cuadrada de presión. Con este proceso en la extracción se puede retirar entre un 20 - 30% de la grasa original de la semilla. La manteca sale por un lado y se solidifica al frío en cubos para empacar. El resto del cacao sale en barras o bloques que pueden ser reducidos directamente a polvo de cacao, para lo cual se necesita un molino muy especial, puesto que los bloques que salen de la prensa son muy fuertes y no se rompen fácilmente.

La calidad del cacao depende de la finura de la molida; mientras más pequeño el polvo del cacao es más fino y más apetecido. La finura del cacao es tal que generalmente en los cuartos con estas máquinas siempre hay polvo flotando en el aire y capas de polvo por todas partes. Luego el polvo pasa a la maquinaria para ser pesado y empaquetado.

La manufactura del chocolate sigue algunos pasos diferentes. Cada fábrica tiene sus propias fórmulas (secretas) para la elaboración de cada tipo de chocolate, depende de las mezclas y de los sabores que se añadan. En general el chocolate está compuesto por el licor, grasa, azúcar, sabores (leche). Este proceso se lo puede ver resumido en el diagrama de la Figura 16. Cada paso debe ser perfectamente controlado y la calidad final del producto depende de la precisión en el manejo de cada uno de ellos.

Los sabores que se añadan al chocolate generalmente son puestos al final del proceso, para evitar pérdidas en el resto de las manufacturas.

**MANUFACTURA DE CHOCOLATE CON LECHE**  
**(Barras y Rellenos)**



Hardy 1960 (13)



Figura 16. Diagrama de una fábrica para producir chocolate con leche.

También al final del proceso se puede añadir las nueces, los dulces, o cualquier otro material para dar el acabado final del bombón o chocolate de alta calidad.

Las fábricas europeas tienen actualmente maquinaria sumamente sofisticada para la elaboración de todo tipo de chocolates. Especial atención tienen las máquinas para hacer moldes y las máquinas para remover el aire de los bombones.

El grado de suavidad del chocolate está dado por la cantidad de grasa o manteca de cacao que se adiciona al producto y este puede variar también de acuerdo al destino del producto, es decir, al lugar donde va a ser consumido, factor muy importante que en general en América muy poco se toma en cuenta.

#### MAQUINARIA AGRICOLA

El uso de maquinaria agrícola en una finca cacaotera está muy restringido. Dependiendo del tamaño de la explotación y de su topografía se puede usar transporte mecánico para efecto de siembras, fertilizaciones, cosechas, etc.

Se necesitará buen equipo de aspersión ya sea montado sobre ruedas o tipo mochila de motor. También se necesitará equipo para asperjar herbicidas que puede ser más especializado.

El centro de beneficio del cacao deberá estar localizado en un lugar estratégico para eliminar largas distancias en la recolección de la cosecha. Su capacidad estará relacionada con la extensión de la explotación. Se puede promover centros de acopio de un área más grande para uniformizar el beneficio.

Sería deseable estudiar y establecer previamente los canales de comercialización del producto, tanto para exportación como para una posible industrialización interna en el país.

Se recomienda entrenar adecuadamente tanto al administrador como a los capataces (mandadores) y obreros. El CATIE ofrece regularmente este tipo de adiestramiento.

#### COSTOS DE PRODUCCION DE LOS ELABORADOS

Los costos de producción fueron estimados de la Fábrica CABSHA, S.A. y fueron, gentilmente, proporcionados por el presidente de dicha empresa por lo cual deben ser usados con discreción y reserva.

Costo de equipo	US 936,770.00
Costo de las instalaciones	585,480.00
Capital de trabajo para el manejo del grano y la planta en general	936,770.00

El costo para la industrialización del grano de cacao al 8% de humedad o menos y contando con las pérdidas debido a la cáscara, humedad y otros desechos es de aproximadamente US\$1,29 por kilo hasta la fase de licor y de US\$1,46 por kilo hasta la obtención de torta y manteca.

Los costos para llegar a un producto final como chocolate o golosina, puede variar mucho dependiendo de los ingredientes usados y de la manufactura.

La inversión de la planta en general es de US\$2,927.400 y la maquinaria cuesta aproximadamente US\$1,760,000.00, proveniente de Alemania e Italia de casas especializadas como Carle Montanari y de la Buhler.

La capacidad de operación de la planta extractora de grasa es de 1.500 kilos por hora de trabajo con aproximadamente 20 empleados.



## RECOMENDACIONES DE EXPERIMENTOS

### 1. Comparaciones de Híbridos Interclonales

Ensayos comparando los mejores híbridos que el CATIE está distribuyendo, teniendo como testigos algunas líneas locales de polinización abierta, más tres o cuatro líneas de polinización abierta con buena habilidad combinatoria general. Uno en cada localidad.

#### Características:

- a. 36 ó 49 tratamientos
- b. 4 - 6 repeticiones
- c. 6 - 9 plantas por parcela
- d. 3 x 3 metros entre plantas (Pudiera ponerse a 2,5 x 3 m)
- e. Sombra de Erithrina o Ingas. En el primer caso sembrado a 21 x 21 y en el segundo a 9 x 9 m hasta 12 x 12 m, dependiendo de la especie. Se puede usar otros tipos de sombra como algunas especies maderables o algunos frutales.
- f. Sombra provisional de plátano, sembrado un año antes del cacao.
- g. Fertilización, la misma recomendada en el capítulo de nutrición, a lo recomendable de acuerdo con análisis del suelo y de la planta.
- h. Todos los otros cuidados culturales necesarios para un buen manejo.  
(Ver recomendaciones).
- i. Datos a tomar:
  1. Datos fenológicos durante el desarrollo de las plantas.
  2. Rendimiento por mata.
  3. Pérdidas ocasionadas por enfermedades o plagas.
  4. Datos meteorológicos para los estudios fenológicos durante el desarrollo de las plantas.

j. El CATIE puede contribuir con el planeamiento final y la supervisión del desarrollo de los experimentos. En el CATIE se puede hacer los análisis estadísticos y los estudios en general.

2. Prueba de Densidad de Poblaciones.

Se deberá establecer por lo menos 2 ensayos, uno en cada zona para estudiar las densidades de población, del material mejorado. Investigaciones en Costa Rica y otros países hacen ver la posibilidad de sembrar a altas densidades, para luego hacer raleos de las plantas poco productivas o muy susceptibles a enfermedades o plantas mal formadas.

Características:

a. Tratamientos: Distancias

2 x 2 m

2 x 3 m

2,5 x 2,5 m

2,5 x 3 m

3 x 3 m

b. 4 - 6 repeticiones

c. 20 - 25 plantas por parcela total, 6 - 9 plantas por parcela neta.

d. Las otras especificaciones igual que las anteriores

3. Ensayos de Podas

Características:

a. 3 tratamientos:

Sin poda (libre crecimiento)

Poda liviana (2 pisos)

Poda fuerte (1 piso)

b. 4 - 6 repeticiones

- c. 20 - 25 plantas por parcela total
- d. Las especificaciones deberán ser similares a las anteriores.

Para el segundo o tercer año se recomienda iniciar experimentos de fertilización y manejo de la sombra permanente. Al mismo tiempo, se deberán hacer estudios de fertilidad del suelo en invernaderos, para lo cual el CATIE puede colaborar tanto en los diseños como en la ejecución y estudio de los ensayos, a través del Programa de Plantas Perennes y de la Sección de Suelos y Fertilizantes.

Se recomienda que desde ya se inicie la recolección de plantas sobresalientes de las zonas cacoteras para posteriores estudios como clones o como padres de los futuros híbridos. Se puede introducir material ya conocido de otros centros de investigación para probar el material local.

Se recomienda hacer experimentación sobre los aspectos de la cura del cacao.

- a. Fermentación
- b. Secado

Estas investigaciones tendrían el objeto de divulgar las técnicas de fermentación y al mismo tiempo establecer normas de calidad.

Sería deseable que simultáneamente con los ensayos, trabaje un Fitopatólogo - Entomólogo (pueden ser 2 personas), quien deberá obtener información sobre los principales problemas en ambas áreas, e iniciar experimentos para combatir aquéllos que sean económicamente importantes.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVIM, P. de T. Ecología del cacao. Curso de Cacao. Turrialba Costa Rica, IICA, 1958. 11 pp. (Mimeografiado).
2. \_\_\_\_\_. Relaciones de la temperatura en el cacao en la finca La Lola. Cacao (Costa Rica) 14(1):40-41. 1969.
3. \_\_\_\_\_, KOSLOWSKI, T. T. Ecophysiology of tropical crops. New York Academic Press, 1977. 502 p.
4. CACAO STATISTICS. London, Gill and Duffus Group. 1977. 41 p.
5. CADBURY BROTHERS, LTD. London. The samoan cacao drier. London, England, 1957. 24 p.
6. COMPAÑIA NACIONAL DE CHOCOLATES, S. A., Medellin, Manual para el cultivo del cacao, Medellin, 1968. 127 p.
7. CORAL, F. J. y BOVI, O. A. Cacau, Campinas S. P., Brasil. Instituto Agronomico. Superintendencia do Desenvolvimento do Litoral Paulista, 1974. 20 p.
8. COSTA RICA. Características principales de la finca "La Lola". Cacao (Costa Rica) 14(1):1-42. 1969.
9. COSTA RICA. OFICINA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA. Proyecto de fomento de la actividad cacaotera. San José, 1977. 64 p. (Mimeografiado).
10. DIAZ, M. J. Algunas observaciones sobre la incidencia de Monilia del cacao en el Ecuador. In Reuniao do Comité Técnico de cacau. Salvador, Bahía, Brasil, 1956. Informes. Bahía, Brasil. Instituto de Cacau da Bahía. 1957. pp. 323-329.
11. EVANS, H. Síntomas de desnutrición en cacao. Cacao (Costa Rica) 2 (40-42):1-2. 1953.
12. HARDY, F. Report on a visit to the riverine belt of Ecuador. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Reporte N°37. 1960. 103 p.
13. \_\_\_\_\_. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 439 p.
14. \_\_\_\_\_. Suelos y ecología de la región cacaotera de Ecuador. Cacao (Costa Rica) 9:2:1-23. 1964.
15. JORGENSEN, H. Monilia pod rot of cacao in Ecuador. Cacao (Costa Rica) 15(4):4-13. 1970.

16. KRUG, C. A. y QUARTEY-PAPAFIO, G. Análisis de la situación cacaotera mundial. Roma, FAO, 1965. 270 p.
17. LAWRENCE, J. S. Las enfermedades del cacao y su control. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 5 p. (Mimeografiado).
18. NAUDORF, G. Contribuciones al problema de la Moniliasis en cacao. Cacao en Colombia 3:35-61. 1964.
19. SMYTH, A. J. La selección de suelos para cultivo del cacao. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín sobre suelos N° 5. 1967. 77 p.
20. SORIA V., J. Highlights of cacao research at CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 13 p. (Mimeografiado).
21. SORIA, J. y PAREDES, A. Renovación bajo plantaciones viejas de cacao, In Conferencia Internacional de Pesquisas em cacau 2a. Salvador e Itabuna, Bahía, Brasil, 1967. Memorias, Sao Paulo, 1969. pp. 365-368.
22. SUAREZ, CARMEN. Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de Monilia rozeri Cif. Par., en frutas de cacao (Theobroma cacao L.) Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad, Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1971. 59 p. (Mimeografiado).
23. TROJER, H. El clima y el desarrollo de la producción de cacao en la finca "La Lola". Cacao (Costa Rica) 13(4):1-9. 1968.