



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



Manual No. 25  
Estación Experimental Pichilingue  
Octubre - 1998

# MANUAL DEL CULTIVO DE CACAO

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ECUADOR

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

**MANUAL DEL CULTIVO  
DE CACAO**

**2a. Edición  
Corregida y Aumentada**

Publicada por: ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE DEL INIAP

INIAP - Estación Experimental Pichilingue

**COMITE EDITORIAL**

**PRIMERA EDICION**

**Carmen Suárez (Ed.)**

**Francisco Mite**

**Vicente Páliz**

**Ignacio Sotomayor**

**Jaime Vera B.**

**SEGUNDA EDICION**

**Carmen Suárez  
(Coordinadora)**

**Manuel Moreira**

**Jaime Vera B.**

# I N D I C E

Pág

Prefacio de la primera edición		1
Prefacio de la segunda edición		3
INTRODUCCION	Jaime Vera B.	4
ANTECEDENTES HISTORICOS		5
A. Etimología de las palabras cacao y chocolate		
B. Origen del cacao en el Ecuador		
C. Literatura consultada		
BOTANICA Y CLASIFICACION DEL CACAO	Jaime Vera B.	8
A. La Raíz		
Figura 1. Dimorfismo de la planta de cacao. A y B raíces de plantas de semilla y clonal. C. Tallo y chupón D. Ramas horizontales de cacao clonal.		
B. Tallo y ramas		
C. La hoja		
D. La flor		
Figura 2. La flor de cacao. A. Flor completa; B. Diagrama floral. C. Pctalo. D. Tubo estaminal E. Estambre y F. Pistilo.		
E. Biología floral		
Figura 3. Fruto y semilla del cacao. A. producción cauliflora. B. Corte longitudinal del fruto. Corte transversal del fruto. D. Corte longitudinal de la semilla.		
F. El fruto		
G. La semilla		
H. La clasificación del cacao		
1. Criollo		
2. Forastero Amazónico		
3. Cacao Nacional		
4. Trinitario		
I. Literatura Citada		
ZONIFICACION Y ECOLOGIA DEL CULTIVO	Jaime Vera B.	17
A. Principales zonas de producción		
Figura 4. Distribución del cultivo del cacao		
1. Zona Norte		
2. Zona Central		
3. Zona Sur Oriental		
4. Zona Oriental		
Cuadro 1. Influencia de la humedad relativa en el porcentaje de mazorcas enfermas y rendimiento del cacao.		
B. Factores climáticos		
1. Temperatura		
2. Luminosidad		

- 3. Precipitación
- 4. Humedad relativa

C. Literatura consultada

V. MATERIAL DE SIEMBRA Y PROPAGACION

Jaime Vera B.

A. Material de siembra

Cuadro 2. Características y rendimiento experimental de cultivares de cacao recomendados por INIAP.

B. Propagación

1. Injertos

- a. Preparación de las varetas portayemas

Figura 5. Preparación de la vareta portayema

- b. Preparación del patrón e injertación

Figura 6. Diversas operaciones de la injertación del cacao.

2. Ramillas

- a. Material requerido

Figura 7. Algunos detalles del propagador usando láminas de polietileno

Figura 8. Diversas fases de la preparación de las ramas, acondicionamiento de las fundas y siembra.

- b. Recolección y preparación de ramillas

- c. Siembra bajo cámara de polietileno

3. Acodos

Figura 9. Obtención de una planta por acodo

4. Siembra por semilla

- a. Semillero; características

- b. Construcción

Figura 10. Semilleros contruídos a base de materiales económicos: caña, hojas de palma o bijao.

- c. Siembra

- d. Mantenimiento

5. Viveros

- a. Transplante

Figura 11. Colocación de las plántulas en fundas del vivero y espeque

- b. Mantenimiento

- 1. Deshierbas

- 2. Riego

- 3. Drenaje

- 4. Prácticas sanitarias

C. Literatura consultada

VI. INSTALACION DE LA HUERTA

Jaime Vera B y

Manuel Moreira

A. Selección del terreno

- 1. Montaña o bosque secundario
- 2. Cultivo abandonado
- 3. Rastrojales

B. Trazado del terreno

- 1. En terreno plano
  - a. En cuadro

- Figura 12. Alineación del terreno tomando como base el trazado del triángulo rectángulo.
- Figura 13. Disposición de las plantas para instalación de una huerta de cacao con el trazado en "Tresbolillo".
  - 2. En terreno con pendiente
- Figura 14. Trazado en curvas a nivel o contorno.
- C. Transplante al campo definitivo
  - 1. Epoca de siembra
  - 2. Distancia de siembra
- Figura 15. Cacao plantado en las líneas de plátano para facilitar el movimiento dentro de la huerta.
  - 3. Dimensiones del hoyo
- Figura 16. Prácticas recomendadas para el transplante
  - 4. Cuidados en el momento del transplante
- D. Literatura consultada

VII SOMBREAMIENTO

William Hadfield,  
Jaime Vera  
Jacinto Chong  
Nelson Motato A.

48

- A. Aspectos fisiológicos para el sombreado
  - 1. Radiación solar
- Figura 18. Diferentes formas de sombreado según el tipo de copa de los árboles
  - 2. Disponibilidad de agua
- Figura 19. Distribución de la precipitación en varias localidades cacaoteras del Litoral ecuatoriano
  - 3. Disponibilidad de nutrientes
- B. Funciones y ventajas del sombreado
- C. Tipos de sombra
  - 1. Sombra provisional
  - 2. Sombra permanente
- D. Características que deben reunir los árboles para sombra permanente
- E. Especies utilizadas como sombra permanente del cacao
  - 1. El género Erythrina
  - 2. El género Inga
  - 3. El género Cordia
  - 4. El género Triplaris
  - 5. Frutales
- F. Literatura Consultada

VIII LAS MALEZAS DEL CACAO Y SU CONTROL

Fausto Venegas

59

- A. Control Mécanico
  - Cuadro 3. Porcentaje de supervivencia de raicillas de cacao después de la ejecución de algunas labores culturales. Pichilingue 1976.
- B. Control químico
  - Cuadro 4. Malezas comunes problemas en cacaotales del Ecuador
  - Cuadro 5. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar malezas en cacao.
  - Figura 20. Malezas de crecimiento rastrero superficial que se encuentra en cacaotales.
- C. Malezas parásitas
  - Cuadro 16. Malezas parásitas encontradas en plantaciones de cacao en el Ecuador.
- D. Literatura Consultada

## IX. PODA

Jaime Vera y  
Manuel Moreira

## A. Poda de formación

## 1. En material híbrido

Figura 21. Poda de formación en cacao proveniente de semilla. Las flechas indican las ramas que deben ser podadas.

## 2. En material clonal

Figura 22. Poda de formación y mantenimiento en cacao clonal. Se observa el reemplazo de la armazón original por un chupón basal en un proceso a mediano o largo plazo.

## B. Poda de mantenimiento

Figura 23. Formación de "copa cerrada" según principio fundamental de la poda racional del cacao, según P. de T. Alvim, 1964.

## C. Poda fitosanitaria

## D. Poda de rehabilitación o regeneración

## E. Intensidad de la poda

Cuadro 7. Rendimiento en kg/ha de cacao seco en tres clones de cacao sometidos a diferentes tipos de podas (resumen de 10 años de estudio).

## F. Deschuponamiento

## G. Literatura consultada

## X. SUELOS Y FERTILIZANTES

Francisco Mite y  
Nelson Motato A.

70

## A. Suelos para cacao

## B. Requerimientos nutricionales del cacao

Cuadro 8. Cantidad estimada de nutrientes absorbidos por planta de cacao en diferentes estados de desarrollo

Cuadro 9. Contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO en almendras secas, cáscaras y mazorcas de cacao

## C. Estado nutricional de algunos suelos cacaoteros

Cuadro 10. Caracterización química de los suelos, con sus respectivas interpretaciones, correspondientes a diferentes sectores productores de cacao del Litoral ecuatoriano

Cuadro 11. Resultados de los análisis químicos y relaciones foliares, con sus respectivas interpretaciones, correspondientes a diferentes plantaciones de cacao del Litoral ecuatoriano

## D. Respuesta del cacao a la fertilización química

Cuadro 12. Efecto de la fertilización sobre rendimiento de cacao seco, kg/ha.

Cuadro 13. Efecto de aspersiones de Boro y manganeso en el rendimiento de cacao polinizado artificialmente, kg/ha de cacao seco

## E. Métodos para diagnosticar la fertilidad de la huerta

## 1. Recomendaciones para muestreo e interpretación del análisis de suelos.

Figura 24. División de la finca en sectores de condiciones semejantes.

Figura 25. Recorrido en zig-zag que se deberá seguir en la toma de la muestra de suelos.

Figura 26. Áreas que se deberán evitar en el muestreo de suelos.

Cuadro 14. Niveles de elementos para la interpretación de los análisis del suelo, usados en los laboratorios del INIAP.

## 2. Recomendaciones para muestreo e interpretación del análisis de hoja.

Figura 27. Ilustración de la hoja a muestrearse con fines de análisis.

Cuadro 15. Niveles de elementos sugeridos para interpretar los análisis de hojas de cacao.

## F. Recomendaciones de fertilización

1. En el vivero
2. Para el trasplante

Cuadro 16. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y H<sub>2</sub>O que se deben aplicar por planta, en base a la interpretación del análisis de suelo

Figura 28. Formas que se deben aplicar los fertilizantes, de acuerdo a las edades de las plantas.

3. Para plantas en producción

Cuadro 17. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se deben aplicar por planta y por año, en base a la interpretación del análisis foliar para plantas cultivadas a plena exposición solar

Cuadro 18. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se deben aplicar por planta y por año, en base a la interpretación del análisis foliar para plantas con sombra definitiva de leguminosas

Figura 28. Formas en que se deben aplicar los fertilizantes, de acuerdo a las edades de las plantas

## G. Transformación de las recomendaciones de fertilización a fertilizantes comerciales

1. Utilizando fertilizantes simples
  - a. Cálculo para Potasio
  - b. Cálculo para fósforo
  - c. Cálculo para Potasio
2. Utilizando fertilizantes compuestos

## H. Literatura Consultada

Lámina 1

## XI. ENFERMEDADES DEL CACAO Y SU CONTROL

Carmen Suárez Capello

90

## A. Escoba de bruja

1. Agente causal y distribución
2. Sintomatología
3. Ciclo de vida

Figura 29. Ciclo de vida de *C. pernicioso* en cacao

4. Epidemiología de la enfermedad
5. Métodos de control
  - a. Método cultural
  - b. Control químico
  - c. Resistencia

## B. Monilia o Moniliasis

1. Agente causal
2. Sintomatología
3. Ciclo de vida

Figura 30. Ciclo de infección de *M. royeri* en cacao

4. Epidemiología
5. Métodos de control
  - a. Control cultural
  - b. Control químico
  - c. Resistencia

## C. Mal de machete

- D. Mazorca negra o Phytophthora
  - E. Otras enfermedades
    1. Marchitamiento prematuro de la mazorcas
    2. Bubas o agallas del cacao
    3. Pudrición negra de las mazorcas
    4. Antracnosis
    5. Muerte regresiva
    6. Enfermedades causadas por algas
    7. Virosis
    8. Métodos de control
  - F. Enfermedades de las raíces
  - G. Enfermedades en plántulas (viveros)
  - H. Literatura Consultada
- Lámina (2 a 6)

## XII INSECTOS DE CACAO

- A. Insectos polinizadores
  - B. Insectos plagas
    1. Polillas del tronco
    2. Mosquilla del cacao
    3. Trips
    4. Afidos o pulgones
    5. Cochinillas
    6. Roedor de la mazorca del cacao o medidor
    7. Esqueletizadores de las hojas
    8. Larvas defoliadoras
    9. Cicadélidos
    10. Perforadores de las hojas
    11. Hormigas arrieras
      - a. Localización de un hormiguero
      - b. Limpieza de agujeros
      - c. Taponamiento de los agujeros
      - d. Aplicación de un insecticida
  - C. Literatura Consultada
- Lámina (7-8)

Vicente N. Páiz  
Jorge Mendoza Mora

107

## XIII. REHABILITACION DEL CACAO

- A. Principios generales
  1. Sanidad
  2. Reducción de la sombra
  3. Reesembra
- B. Alternativas para la rehabilitación
  1. Reemplazo de árboles de baja producción
  2. Rehabilitación por selección de chupones

Jaime Vera B.  
Hilario Cabanilla

118

- a. Selección de chupones espontáneos
- b. Selección de chupones estimulados
  - Por poda de rehabilitación
  - Por recepamiento de árboles
- 3. Polinización artificial
  - a. Selección de árboles padres
  - b. Recolección y preparación de flores
  - c. Polinización

Figura 31. Polinización manual de una planta madre de cacao mostrando el sitio de frotamiento.

- d. Esquema de la época de polinización

C. Literatura Consultada

XIV. BENEFICIO DE LAS ALMENDRAS

Jaime Vera B.

125

- A. Cosecha
- B. Extracción del grano
- C. Fermentación

Cuadro 19. Comparación entre las características de almendras fermentadas y por fermentar.

- 1. Tipo de fermentación
  - a. Montones
  - b. Cajones de madera sencillos

Figura 32. Cajón de madera sencillo (A) y subdividido en 2 compartimientos (B)

- c. Cajas de madera subdivididas

D. Secado

Figura 33. Tendal económico construido a base de madera, provisto de cubierta plástica fácilmente enrollable.

E. Literatura Consultada

XV. COSTOS DE PRODUCCION Y COEFICIENTES TECNICOS

Carlos Cortes y  
Manuel Moreira

130

- A. Localidad
- B. Tecnología
- C. Sistemas de producción

Cuadro 20. Coeficientes Técnicos para el establecimiento de 1 ha de cacao clonal semitecnificado.

Cuadro 21. Coeficiente Técnico para rehabilitación y manejo de 1 ha de cacao híbrido semitecnificado.

D. Literatura Consultada.

*Si me ofrecieran la sabiduría con la condición de que debo conservarla y no difundirla, yo la rehusaría: no hay placer en poseer sin compartir.*

SENECA

## PREFACIO DE LA PRIMERA EDICION

Por algún tiempo, ha existido la necesidad de una fuente de información relativa a los problemas de producción asociados con el cultivo de cacao en el país. Con este motivo han habido insistentes presiones de diferentes sectores sobre el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), particularmente, para producir tal fuente. Como respuesta a esa demanda se produjeron algunos documentos, en su mayoría apenas multiplicados a mimeógrafos, donde se daban las clásicas instrucciones tipo receta para el cultivo, o se trataban temas específicos con alguna extensión o profundidad.

La experiencia indicó que aquellos no hacían mayor impacto y la demanda o el vacío al respecto continuaba. El cacao está ligado íntimamente a la historia económica, social y aún política del país, como se desprende de los trabajos de Lois Crowford, Manuel Chiriboga, Andrés Guerrero y Enrique Ayala Mora. Estos autores presentan la organización que se da durante la República, alrededor de un cultivo que se ha iniciado antes de la era colonial. Para quienes estén interesados en el origen de la Banca y el comercio exportador-importador, la lectura de dichas obras con la amplitud de documentos que presentan les permitirá sacar sus propias conclusiones; para nosotros lo más interesante es comprobar cuan poco de la inmensa riqueza que ha generado el cultivo, se ha reintegrado al mismo.

La situación del cacao en el Ecuador al momento de escribirse este manual era, a) existencia de más de 200.000 has de cultivo, que ya estaban ahí en los albores de la República; b) sirve de medio de sustento a unas 50.000 familias que, con pocas excepciones, lo consideran su "vaca lechera" y el medio para asegurar la posesión de sus tierras; c) el cultivo se desarrolla en un ambiente distinto al de otros países. ecológica y económicamente hablando; d) existe toda una estructura económica y socio política alrededor del mismo, que hace que la toma de decisiones para cambiar de cultivo o introducir una tecnología adecuada para una alta producción, no sea cuestión de simplemente seguir una receta; y, e) existe una enorme cantidad de información, resultado de unos 30 años de investigaciones, no siempre con resultados positivos. Con este marco referencial, producir un manual que tenga en cuenta todos estos aspectos era realmente un desafío.

Si la tarea la emprendía una sola persona, todavía estaría analizando datos y priorizando información digna de publicarse. Este obstáculo fue fácilmente superado encargando a los especialistas, entonces Jefes de las diferentes áreas en que trabaja la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" (EETP) del INIAP que produjeran los diferentes capítulos. Adicionalmente, se decidió utilizar la experiencia práctica con la capacidad crítica de expresión del Comité Editorial, científicos que tuvieron por muchos años como base de trabajo el cultivo del cacao y que además de sus respectivas especializaciones tenía conciencia de la realidad socio-política, económica y técnica del agricultor cacaotero. Algunos fueron más allá, cuando se convirtieron en fotógrafos; o cuando como J. Vera B. usó al máximo su habilidad de dibujante para las ilustraciones del libro. ,.

Este manual reúne, no tanto extensiva como cualitativamente la información acumulada de la EETP sobre el cultivo del cacao. No pretende ser la panacea para el cultivo, ni contiene las recetas mágicas para solucionar todos sus problemas. Es un intento específico de dar al técnico extensionista y otros técnicos o peritos agrícolas un marco referencial que le sirva para la toma de decisiones en el campo. Si el libro le ayuda en ello y lo motiva a hacer su propia experimentación para hallar la respuesta a su problema particular, habrá más que llenado su objetivo.

Al momento de entrar a imprenta este Manual, gracias a la colaboración del Programa Nacional del Cacao, el Comité Editorial siente que valió la pena el esfuerzo de escribirlo, aún cuando todavía le hagan falta algunos puntos. Muchas fases del cultivo están en estudio al momento, otras recién empiezan. Otro libro podrá incluirlas, completarlas o cambiarlas . . .

Carmen Suárez C.  
Pichilingue, Mayo de 1987

*“ La naturaleza no revela todos sus secretos de una sola vez ”*

## PREFACIO DE LA 2a. EDICION

Cuando se publicó el manual por primera vez, con un gran esfuerzo editorial por nuestra parte, pensamos que una segunda oportunidad solamente se vería en otra generación de investigadores. Sin embargo, pronto nos dimos cuenta de dos cosas: a pesar de las fallas que tenía el manual salió a llenar un vacío y por lo tanto pronto se agotó la limitada edición que se puso en circulación; en consecuencia, enseguida empezamos a hablar de reimprimirlo y en este caso vimos que más bien se nos ofrecía la oportunidad de corregir nuestros errores y completar algunas de nuestras omisiones.

La presente edición representa, quizás un mayor esfuerzo que la primera, quizás debieron intervenir más personas y se debió invertir más tiempo en este libro; hay tanto que hacer y decir en cacao que existe la tentación de seguir y seguir corrigiendo, sin embargo, es necesario detenernos aquí, agradecer a todos quienes presionaron y ayudaron a que se cristalice esta nueva edición y ofrecerla de corazón al mundo cacaotero en la esperanza de que se cumplan sus objetivos de diseminar nuestra experiencia al agricultor, pasando por el filtro del extensionista.

Deseo consignar mi agradecimiento al personal del programa de Cacao de la Estación Experimental Tropical “Pichilingue” por la asistencia brindada para completar esta edición así como a la Sra. Victoria Ortiz por escribir una y otra vez las páginas de este nuevo manuscrito.

Carmen Suárez Capello

## I. INTRODUCCION

Jaime Vera Barahona

*El cultivo del cacao, Theobroma cacao (Linneo), tiene gran importancia dentro de la economía del Ecuador, por tratarse de un producto de exportación y materia prima para industrias locales de fabricación de chocolate y sus derivados. Esto se traduce además, en fuentes de trabajo para un alto porcentaje de personas del campo y la ciudad.*

*Desde la década de los setenta se ha observado un incremento de las exportaciones, debido a la incorporación de nuevas áreas de cultivo y de mayor atención, tanto de los cultivadores como de industriales y exportadores de cacao, ante un incremento sustancial del precio internacional del producto. Sin embargo, el promedio nacional de producción por unidad de superficie es bajo (300-400 kg/has) en comparación con otros países productores.*

*La producción del cacao en el Ecuador se encuentra muy ligada a las condiciones del ecosistema y esto es determinante para que las causas que reducen el rendimiento sean diferentes a las de otros países productores; entre éstas se citan comunmente la irregular distribución de las lluvias, escasas horas de luz y presencia de enfermedades difíciles de manejar, insectos defoliadores; conservadorismo en la forma de explotación; edad avanzada de los árboles; pérdida de fertilidad del suelo; falta de zonificación del cultivo, problemas de comercialización interna, etc.*

*A pesar de estos problemas el futuro del cultivo ofrece halagadoras perspectivas. El cacao producido en el país desciende del cacao "Nacional" (forastero fino) poseedor de un "aroma" indispensable para la industria extranjera. Esta característica asegura el mercado internacional y es conveniente continuar manteniéndola como un legado de la naturaleza.*

*Este compendio de la información que sobre el cultivo del cacao en el Ecuador que ha generado la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" (EETP) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), pretende ser una guía general para el manejo tecnificado del cultivo, principalmente para agentes de extensión, contribuyendo así a incrementar los rendimientos, a fin de que las generaciones actuales y futuras continúen disfrutando del "manjar de los dioses", a la vez que ayudan a sostener la economía nacional.*

## II. ANTECEDENTES HISTORICOS

Jaime Vera Barahona

### A. ETIMOLOGIA DE LAS PALABRAS CACAO Y CHOCOLATE

Se presume que la palabra "cacao" tuvo su origen en las palabras mayas "Kaj" que significa "amargo" y "Kab" cuyo significado es "jugo". La fusión de estas dos palabras dió como resultado "Kajkab" y luego "Kajkabatl", de la que deriva "Kakuatl". Esta última expresión cambió para "cacauatl" para finalmente transformarse en "cacao", por facilidad de expresión.

La palabra "chocolate" parece tener también su origen en la lengua hablada por los Mayas: inicialmente fue "chacau", que significaba "alguna cosa caliente". Posteriormente "chacau" dio origen a "chacauhaa", que significa "bebida caliente". Por confusión con la palabra "cacauatl", resultó "chacauatl" y posteriormente, "chocolatl". Esta última derivó en "chocolate", término adoptado oficialmente por la lengua castellana.

## B. ORIGEN DEL CACAO EN EL ECUADOR

Las primeras noticias que se tienen en el país sobre la producción de cacao data de 1780, es decir muchos años antes de la instauración de la República, lo que significaría que el Ecuador tiene más de 200 años produciendo cacao. Se afirma que este cultivo constituyó la base económica para el mantenimiento de las gestas patrióticas que lograron la independencia de España.

La variedad original conocida como "Nacional" que aún se cultiva en el Ecuador, se mantuvo como variedad exclusiva en el país hasta aproximadamente 1890, en que fue introducida a la provincia de Los Ríos la variedad conocida como "cacao venezolano", perteneciente al complejo genético de los Trinitarios.

La variedad "Nacional" es sin duda nativa del país, y se cree proviene de los declives orientales de la cordillera de los Andes, en la Hoya Amazónica del Ecuador, de donde fue distribuida por monos y ardillas, que tienen predilección por la pulpa azucarada que rodea la semilla. Se ha sugerido también que la semilla de esta planta fue introducida a través de los viejos caminos del Imperio Inca y sembrada por los aborígenes de la Costa Occidental, en tiempos muy remotos.

Esta teoría se ve reforzada por haberse observado similitud entre la variedad "Nacional" y las plantaciones nativas de la selva, particularmente en cuanto a morfología del fruto y semilla, en el territorio de los actuales cantones de Tena, Archidona y Macas. Se sostiene que el cacao "Nacional" comenzó a cultivarse en la Costa del país al inicio del siglo XII, y hasta 1920/30, tenía un lugar privilegiado en el mercado Mundial por su elevado aroma y calidad.

Otra posibilidad al respecto, es que el cacao haya crecido naturalmente en la zona actual de cultivo y que al aislarse de la Hoya Amazónica, por el plegamiento de los Andes, las características ecológicas al Oeste de la Cordillera imprimieran al cacao "Nacional" las cualidades particulares con que hoy se lo conoce.

Desde 1900, la producción de cacao en grano muestra una tendencia siempre ascendente. Esa característica se mantiene hasta los primeros años del siglo actual, marcando una época de prosperidad conocida como la era de la "pepa de oro". El país llegó a ser uno de los mayores exportadores de cacao en el mundo, representando en 1911 el 20% del total mundial.

A partir de 1918, la producción tuvo una marcada disminución. Internacionalmente, afrontó la competencia de nuevas áreas en Brasil, México y Africa Occidental; entre 1940 y 1941 con el advenimiento de la primera guerra mundial y el bloqueo del comercio internacional apenas se exportó el 2% del total mundial. Como consecuencia, en el Ecuador se produce la ruina de muchos hacendados "Grandes Cacaos" y el abandono de las plantaciones cacaoteras.

En esta situación, fue incontrolable el desarrollo de las enfermedades fungosas de reciente aparición y las plantaciones envejecieron sin manejo de ninguna clase; acontecimientos que demarcan el origen de la situación actual del cultivo.

En años posteriores los agricultores toman posesión de las tierras y comienza una lenta recuperación de la producción, llegando al 5<sup>o</sup>/o del total mundial actualmente, lo que representa un volumen superior al de 1917, debido a la reanudación de labores por parte del agricultor, como respuesta a un estímulo de los precios internacionales relativamente altos y a la incorporación de nuevas áreas a la producción.

### C. LITERATURA CONSULTADA

*BIRCH, R. J.* 1926. Ecuador cacao. *Tropical Agriculture* 3(3-4) 46-47 68-69.

*BRAUDEAU, J.* 1970. "El cacao" Trad. de Angel M. Hernández Cardona. Barcelona, (España). Blume. 297 p.

*CHEESMAN, E.E.* 1944. Notes on nomenclature, clasification and posible relationships of cacao populations. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 2(8): 144-159.

*CUATRESCASAS, J.* 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Washington, United State National Museum, Smithsonian Institution. Volumen 35, part 6, 614 p.

*CORAL, F.J. e BOVI, O.A.* 1974. Para o Brasil, a multiplicacao dos bens esportareis e uma evestao vital e que merece do governo a mais seria reflexao. Campinas, Brasil, Instituto Agronómico de Campinas. 20 p.

*FOWLER, R.* 1952. Características del cacao Nacional. Turrialba (Costa Rica) 2(4): 161-165.

*SORIA, J.* 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Turrialba (Costa Rica) 16 (3): 261-266.

*SUAREZ, C.* 1982. Problemática del cultivo de cacao en el Ecuador. Comunicación Técnica No. 01. INIAP-EET-Pichilingue.

### III. BOTANICA Y CLASIFICACION DEL CACAO

Jaime Vera Barahona

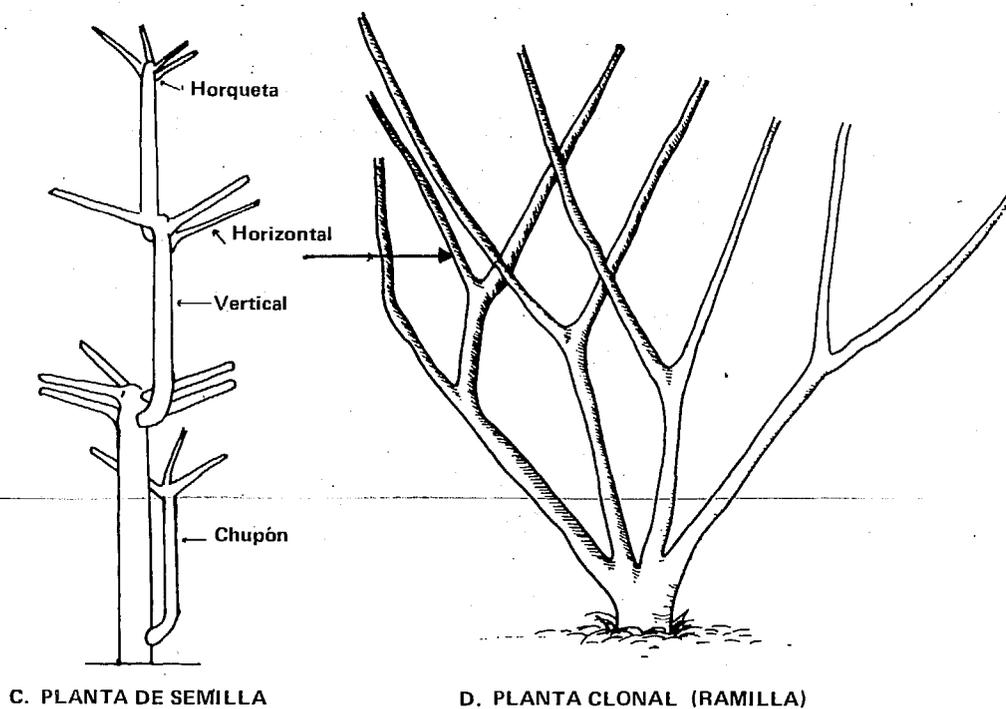
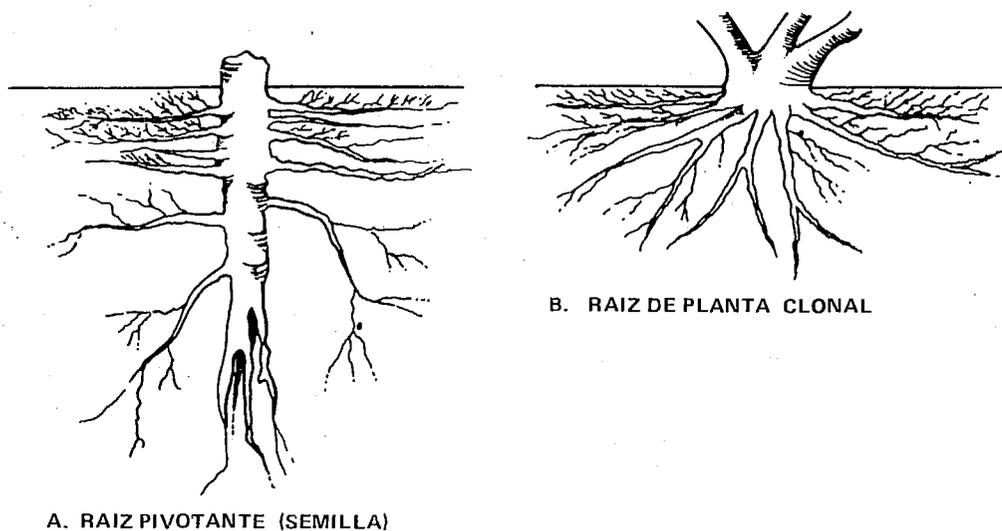
#### A. LA RAIZ

La raíz pivotante o primaria de la planta proveniente de semilla, tiende a crecer hacia abajo en forma recta (Figura 1 A). Su longitud varía de acuerdo a las características físicas del suelo, pudiendo crecer hasta los tres metros, en el caso del cacao "Nacional". En suelos compactos, o aquellos que mantienen una capa freática alta durante la mayor parte del año, las raíces del cacao no penetran mucho.

Las raíces secundarias se encuentran inmediatamente debajo del sitio de unión de la raíz con el tallo o cuello, distribuyéndose en su mayoría a los 15 a 20 cm superiores de la capa arable del suelo, llegando a alcanzar distancias de 5 a 6 m a partir del tronco; crecen perpendicularmente en relación al tallo, tienen raíces laterales y se dividen repetidamente, cambiando la dirección de acuerdo a los obstáculos del suelo.

En plantaciones adultas, se nota en la superficie del suelo una capa densa de raicillas intermezcladas que se originan en el extremo de las raíces secundarias; tales raicillas están debajo de la capa húmica, hojarasca y cascarnes de frutos en descomposición, en estrecho contacto físico con éstos.

Figura 1. Dimorfismo de la planta de cacao: A y B raíces de plantas de semilla y clonal. C. tallo y chupón. D. ramas horizontales en cacao clonal.



En las plantas de propagación por ramillas (clonal) no hay raíz pivotante, sino varias raíces principales y la mayor cantidad de raicillas absorventes se encuentran también, cerca de la superficie (Figura 1 B).

#### B. TALLO Y RAMAS

La planta de *T. cacao* se caracteriza por ser un árbol de 5 a 8 m de altura, aunque árboles adultos del tipo "Nacional", pueden llegar hasta los 15 y más metros.

En una planta proveniente de semilla, el tallo crece verticalmente y después de alcanzar de 1 a 1,50 m de altura, detiene el crecimiento apical y emite 3 a 5 ramas laterales (plagiotrópicas), formando lo que se llama una "horqueta" o "molinillo". Las ramas laterales a su vez se ramifican profusamente. Debajo de la primera horqueta se desarrolla verticalmente un chupón, que crece hasta formar un nuevo "piso" y así sucesivamente continúa el crecimiento vertical u ortotrópico de la planta (Figura 1 C).

Un árbol reproducido vegetativamente, como es el caso del cacao clonal o "ramilla", no muestra un tallo único, predominando el crecimiento de ramas laterales (Figura 1 D). Es posible transformar este último, dándole el aspecto de planta originada de semilla, dejando crecer un chupón del cuello de la raíz (ver podas).

#### C. LA HOJA

En el cacao no existen diferencias entre las hojas que broten de ramas verticales o laterales, excepto por la longitud del pecíolo que es mayor en las primeras. El pecíolo posee dos abultamientos: uno en la inserción con el tallo y otro con el limbo foliar, llamados pulvínulos, que permiten el movimiento de la hoja en respuesta a los estímulos de la luz.

La lámina de la hoja adulta es de color verde, forma oblonga, o lanceoladoblonga, mide de 10 a 20 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, con ápice acuminado, bordes lisos y nerviación penninervia.

Las hojas nuevas del cacao son blandas y flácidas, con una coloración que varía del verde muy claro a diversas tonalidades de rojo de acuerdo con la cantidad de pigmentos antociánicos que contenga, lo que depende de la variedad de cacao.

#### D. LA FLOR

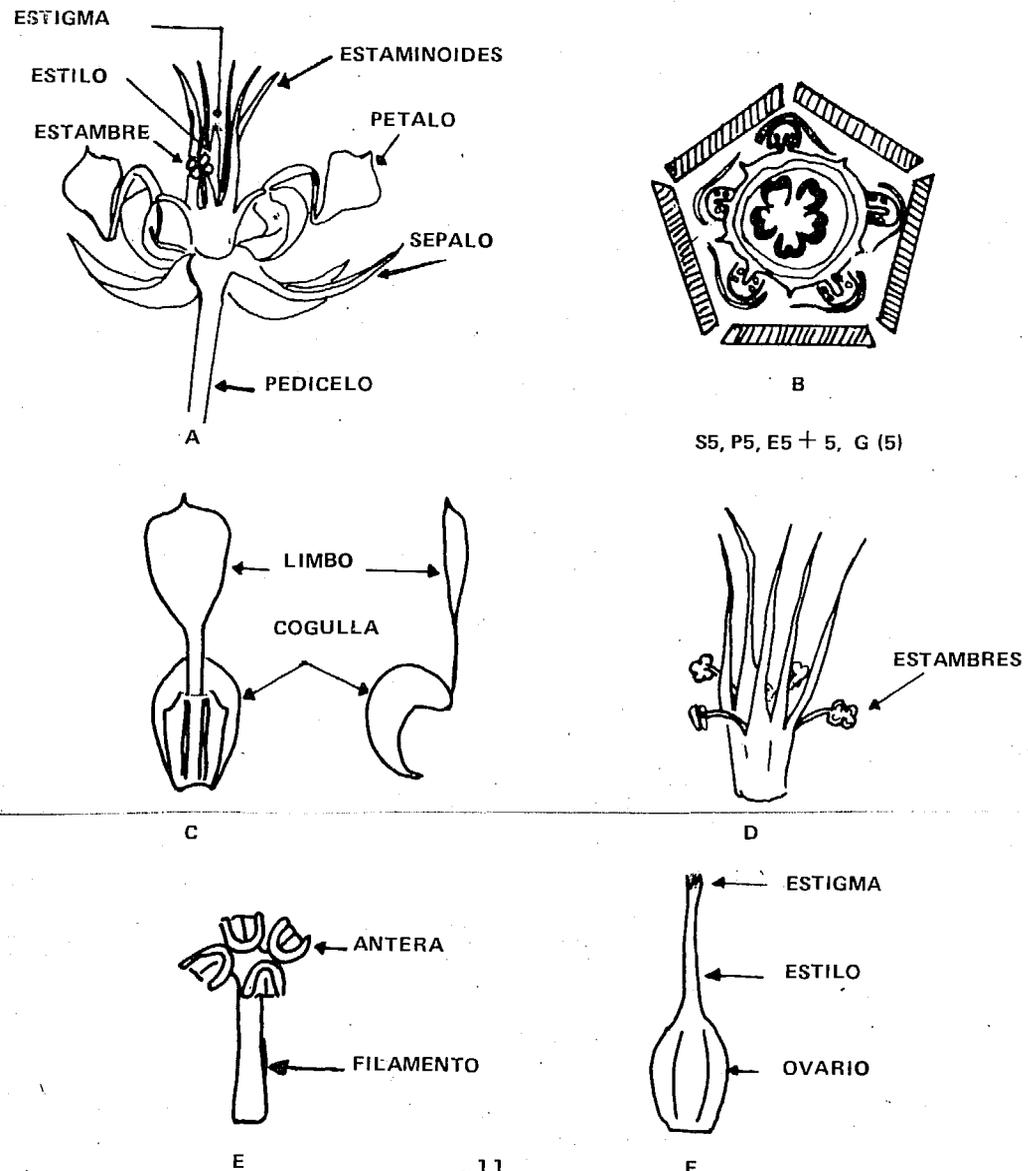
La flor individual es hermafrodita o completa (Figura 2 A), sostenida por un pecíolo (rabillo) provisto de una constricción en la base, en la que se puede producir su abscisión; su longitud varía de 1 a 3 centímetros, con un diámetro que fluctúa entre 0.5 y 1 cm. Su fórmula floral es  $S_5, P_5, E_5 + 5 + G(5)$ . (Figura 2B).

El cáliz (S5) se encuentra formado por cinco sépalos carnosos de color rosado a blanco, soldados en su base. La corola (P5) consta de 5 pétalos, de 6 a 9 milímetros que alternan

con los sépalos y presenta una estructura característica; estrechos en la base, se ensanchan luego adoptando la forma cóncava conocida como "cogulla o concha", de color blanco amarillento (blanco hueso), cada cavidad es recorrida por dos nervaduras de color violeta llamadas líneas guías interiores; la abertura está orientada hacia el eje de la flor y su parte superior se prolonga en una lígula que se enlaza con el limbo del pétalo. Este es más ancho, de color amarillento y se encuentra orientado hacia el exterior (Figura 2 C).

El androceo (E5 + 5) o parte masculina de la flor, se encuentra constituido por 5 estambres fértiles y 5 infértiles de color morado, conocidos éstos últimos como estaminoides, que rodean y protegen el pistilo (Figura 2 D). Los estambres se encuentran protegidos por la cogulla de cada pétalo. La antera se ubica en el extremo del estambre (filamento), es de doble cámara, presenta 4 sacos de polen con dehiscencia longitudinal (Figura 2 E). Los granos de polen son pequeños con un diámetro de 20 micrones. Son binucleares y cada uno tiene 3 poros en la superficie externa llamada exina.

Figura 2. La flor del cacao, A. Flor completa, B. Diagrama floral, C. Pétalo, D. Tubo estaminal, E. Estambre y F. Pistilo.



El gineceo u órgano femenino de la flor, G (5), está formado por el pistilo con sus correspondientes estigma, estilo y ovario (Figura 2. F) este último provisto de 5 lóculos con placentación central conteniendo 30 a 50 óvulos adheridos (Figura 2 B).

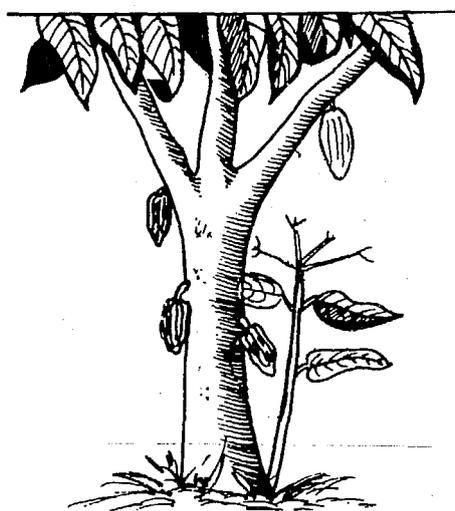
Tan pronto la flor se abre comienza la dehiscencia de las anteras, siendo 48 horas el período máximo de viabilidad del polen. De las dos células del tubo polínico, un núcleo se fusiona al núcleo de la ovocélula y el otro al núcleo del endosperma, proceso conocido como fertilización doble.

### E. BIOLOGIA FLORAL

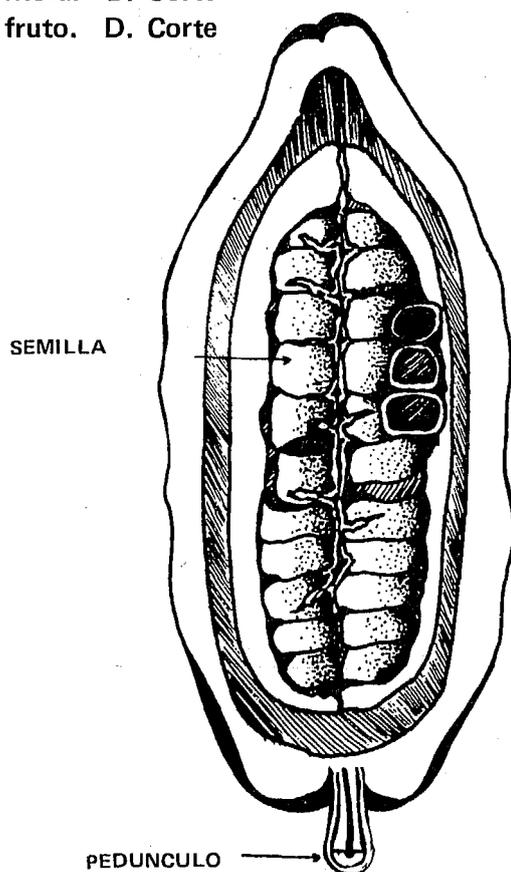
El cacao es una planta "caulífiora" (Figura 3 A), esto significa que las flores se producen en los tejidos adultos del tronco y de las ramas. Se agrupan en inflorescencias conocidas como cima dicasiforme, comunmente llamada cojín o cojinete floral; un solo cojinete contiene hasta 40 y 60 flores; el número de ellas por cojín en diferentes árboles, ha sido atribuído a factores hereditarios.

La flor se abre de 20 a 25 días después de aparecer el diminuto botón floral y, de no ser fecundada, ésta cae después de tres días de su apertura, mediante un estrangulamiento en la zona de abscisión del pedúnculo.

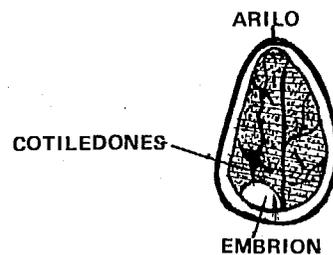
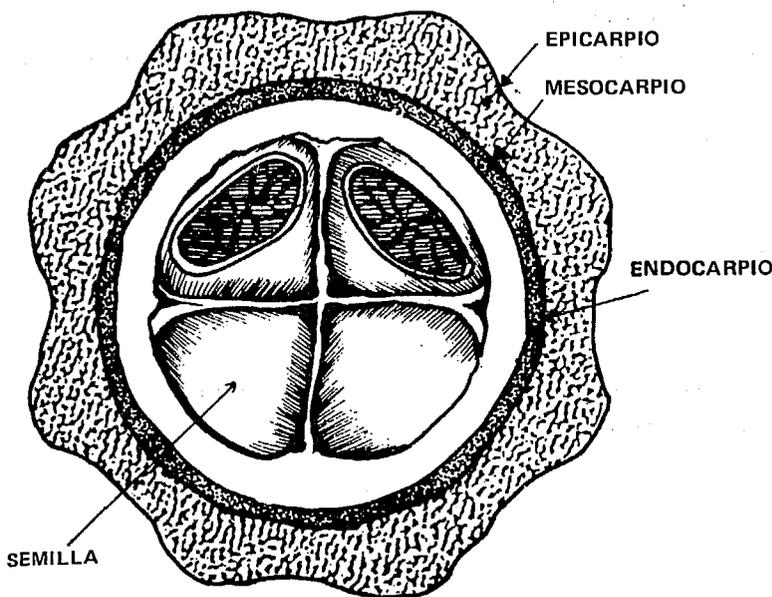
Figura 3. Fruto y semilla del cacao. A. Producción caulífiora. B. Corte longitudinal del fruto. C. Corte transversal del fruto. D. Corte longitudinal de la semilla.



A. PRODUCCION CAULIFLORA



B. CORTE LONGITUDINAL DEL FRUTO



D. CORTE LONGITUDINAL DE LA SEMILLA

C. CORTE TRANSVERSAL DEL FRUTO

La polinización es el traslado de los granos de polen por diferentes agentes, al estigma o estilo de la flor. Sin embargo, la estructura de las piezas florales, la poca viscosidad, la ausencia de néctar y aroma, son características que limitan la polinización por el viento y la mayoría de insectos polinizadores, además del fenómeno de incompatibilidad que esta presente en el cacao.

La incompatibilidad es un problema que afecta la productividad del cacao y puede ocurrir debido a la presencia de barreras genéticas que impiden el proceso normal de la fecundación de la flor. La incompatibilidad se puede presentar de dos formas; una de ellas es la autoincompatibilidad, por lo cual las flores de una misma planta no pueden fertilizar sus propios óvulos, aunque la polinización haya sido realizada, y la otra es la incompatibilidad cruzada, por la cual algunas plantas no pueden cruzarse con otras.

Los progresos alcanzados en el conocimiento del control genético de las reacciones de incompatibilidad, permiten planificar y asegurar en las nuevas plantaciones la probabilidad de obtención de un buen balance de polinización cruzada.

Los estudios de compatibilidad realizadas por el Programa de Cacao del INIAP han permitido determinar que para establecer plantaciones comerciales de cacao, es necesario sembrar varios cruces o clones, a fin de asegurar el éxito de la polinización natural y producción de frutos.

## F. EL FRUTO

El fruto del cacao llamado comúnmente mazorca (Figura 3 B), es una drupa grande, sostenida por un pedúnculo fuerte fibroso, que procede del engrosamiento del pedicelo floral; su forma varía considerablemente y ha servido de base para determinar las diferentes variedades dentro de la especie.

Generalmente es ovalado, pero hay tipos desde alargados hasta casi redondos; tiene cinco surcos longitudinales principales y cinco secundarios que alternan con los primeros. En estado de madurez los colores básicos del fruto son amarillo claro a rojo anaranjado, correspondiendo a los colores verde y morado en estado inmaduro respectivamente.

Al hacer un corte transversal del fruto (Figura 3 C) aparecen las siguientes partes: el epicarpio (exocarpio) de color verde, amarillo, rojizo o morado, formado por tejido epidérmico que contiene compuestos antiociánicos. El mesocarpio, de consistencia carnosa y de color amarillento, está compuesto por tejido parenquimático y finalmente, una capa interna llamada endocarpio, constituida por un tejido de consistencia más leñosa que los anteriores.

#### G. LA SEMILLA

La semilla o almendra de cacao está cubierta por una pulpa ácida azucarada llamada arilo o mucílago, conocida como "baba" en el Ecuador. En una mazorca se encuentran de 20 a 50 almendras unidas a un eje central llamado placenta. El tamaño, forma y color de la semilla varía de acuerdo al tipo de cacao, dentro de ciertos límites. La testa o envoltura es gruesa, con la cutícula dura debajo de la cual se encuentran los dos cotiledones que protegen al embrión y lo alimentan por algunos días después de la germinación (Figura 3 D).

Los cotiledones están rodeados por el endosperma, esta es una película de tejido muy fina y se conoce corrientemente como "alas de abeja". Los cotiledones son masas carnosas replegadas sobre sí mismas. Las sustancias orgánicas y minerales que integran los cotiledones constituyen el producto comercial.

#### H. CLASIFICACION DEL CACAO

El cacao es una planta tropical que pertenece al género *Theobroma* de la familia de las Esterculiáceas, que comprende unas 20 especies; de éstas, *Theobroma cacao* es una de las más conocidas por su importancia económica y social. Otras especies son, el *T. bicolor* (conocido en el Ecuador como "cacao blanco" o "patas"), y *T. angustifolia*, que se ha empleado en América Central desde la época anterior a la conquista, en la preparación de chocolate.

Por mucho tiempo ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao comercial debido a su variabilidad genética en cuanto a caracteres de color, forma y dimensiones de las distintas partes de la flor, del fruto y semilla. Sin embargo, como punto de partida se admite que la mayor parte del cacao comercial pertenece a una sola especie (*Theobroma cacao*), que comprende tres complejos genéticos: los criollos, forasteros amazónicos y trinitarios.

## 1. Criollo

El término criollo (indígena) originalmente fue atribuido por los conquistadores españoles al cacao cultivado en ese entonces en Venezuela. Actualmente, se ubica en este grupo todos los casos que muestran las mismas características de los antiguos criollos venezolanos, principalmente los tipos con cotiledones color blanco que se cultivan en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela.

Estos tienen sus flores con estaminoides de color rosado pálido, mazorcas de color rojo o amarillo al estado de madurez, con diez surcos profundos, muy rugosos y punteadas; los cotiledones frescos son de color blanco o violeta pálido. Requieren de un período corto para fermentar (2-3 días), es muy aromático y se los designa comercialmente como "cacao fino".

## 2. Forastero Amazónico

El grupo de los forasteros comprende a los cacaos de Brasil y África Occidental, que proporcionan el 80% de la producción mundial. También se llaman Amazónicos, porque están distribuidos en forma natural en la cuenca de ese río y sus afluentes. Se reconoce como centro de origen de este complejo genético el área localizada entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, en América del Sur.

Los estaminoides de este grupo son pigmentados de violeta, las mazorcas son amarillas cuando están maduras, con surcos y rugosidad poco conspicuas; lisas y de extremo redondeado.

La cáscara de la mazorca es relativamente gruesa, con mesocarpo fuertemente lignificado. Granos más o menos aplastados con los cotiledones frescos de color púrpura oscuro. Requiere un período de 4 a 6 días para fermentar.

## 3. Cacao Nacional

La variedad "Nacional", por mucho tiempo se la ha considerado perteneciente a los Forasteros, pero se la mantiene como un grupo distintivo aparte, porque sus características de calidad y aroma se asemejan más a los criollos.

## 4. Trinitario

Los trinitarios ocupan del 10 al 15% de la producción mundial. Botánicamente son un grupo complejo, constituido por una población híbrida que se originó en la Isla de Trinidad, cuando la variedad original (Criollo de Trinidad), se cruzó con la variedad introducida de la Cuenca del Orinoco. De allí que las características genéticas, morfológicas y de calidad son intermedias entre criollos y forasteros, determinando diversos tipos de cacao.

### III. LITERATURA CONSULTADA

- BRAUDEAU, J.* 1970. El cacao. Trad. de Angel M. Hernández Cardona. Barcelona (España) . Blume. 297. p.
- CHEESMAN, E. E.* 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. Tropical Agriculture, Londres. 21 (8): 144.
- CUATRECASAS, J.* 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus Theobroma. Washington U.S. National Museum. 35 part 6.
- LEON, J.* 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Turrialba, Costa Rica, IICA. pp. 375-381.
- SORIA, J.* 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Turrialba (Costa Rica) 16 (3): 261-266.
- URQUARTHT, D. H.* 1969. Cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA. 322 p.

## IV. ZONIFICACION Y ECOLOGIA DEL CULTIVO

Jaime Vera Barahona

### A. PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCION

En general, se puede afirmar que la distribución actual del cacao es el producto de plantaciones iniciadas en el siglo XVII, a partir de áreas forestales denominadas "montaña", a lo largo de las principales vías fluviales, que permitían su desplazamiento comercial.

En nuestro país (Figura 4), el cacao cultivado se encuentra distribuido casi en su totalidad en la región costanera, a diferentes estratos, que van de 0 hasta 400 m sobre el nivel del mar. Se identifican 3 zonas ecológicamente distintas (norte, central y sur) comprendidas entre las latitudes 1.5°N y 4°S, las mismas que incluyen pequeñas áreas de las estribaciones de la cordillera Occidental. En las provincias de la región Oriental también se encuentra cacao y se lo podría considerar como zona oriental.

#### 1. Zona norte

Abarca áreas dentro de las provincias de Esmeraldas, Manabí y las estribaciones occidentales de la cordillera, en Pichincha y Cotopaxi; encontrándose cacao en Quinindé, Viche, Esmeraldas, Chone, El Carmen, Sto. Domingo y La Maná, como puntos más sobresalientes. Es importante anotar que las intensas precipitaciones que ocurren en El Carmen, Quinindé, Viche y Sto. Domingo, propician elevados índices de enfermedades que lógicamente, disminuyen la producción, razón por la cual se las debe considerar como áreas marginales para el cultivo (Figura 4).

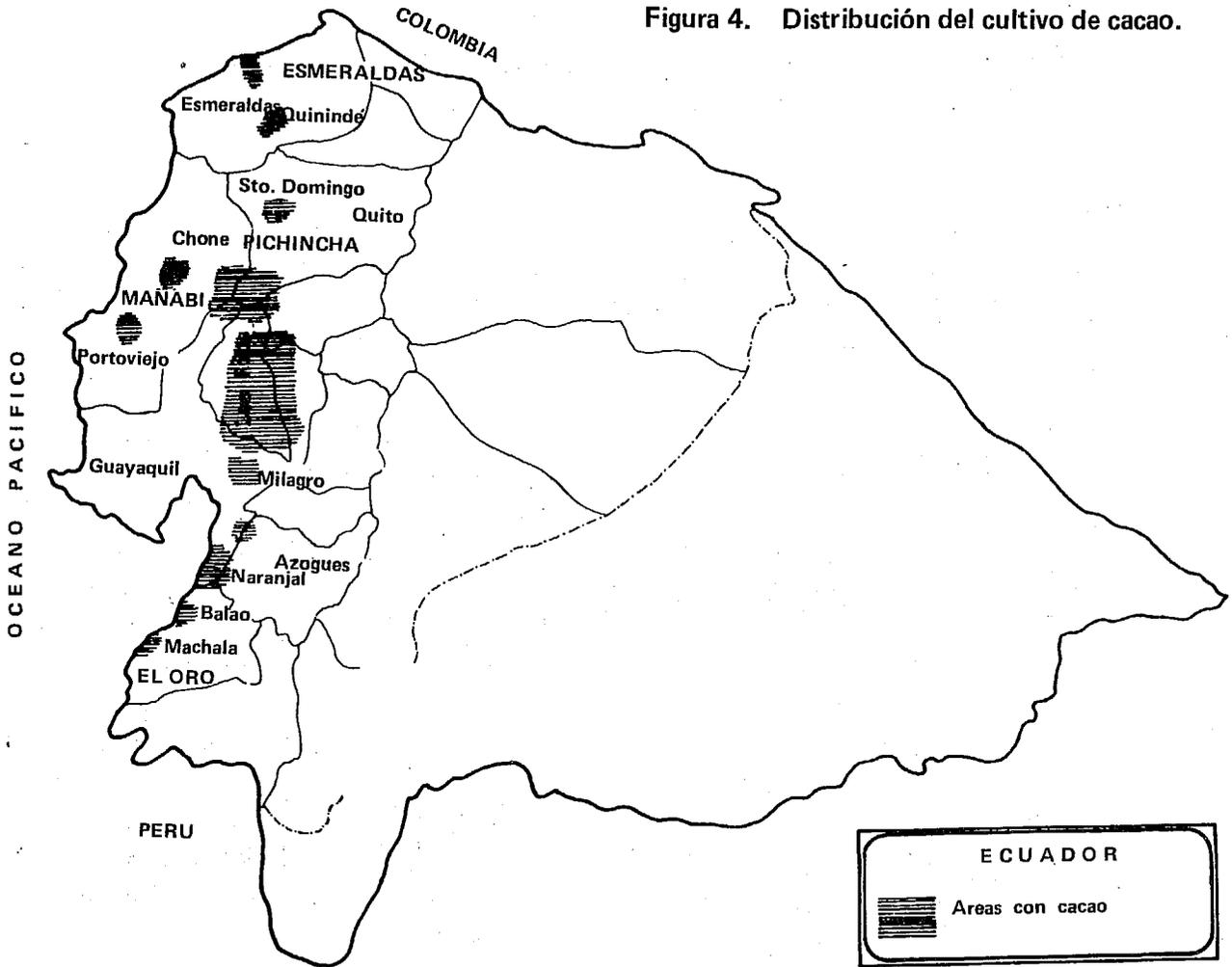
Los suelos son de origen volcánico. Con un régimen de precipitación que supera los 2.000 mm; dos estaciones marcadas, una de Diciembre/Enero hasta Abril en donde se recibe el mayor volumen de lluvias y otra de Mayo a Noviembre, casi siempre sin precipitaciones. En su mayoría el cultivo se distribuye en pequeñas fincas en asociación con café y plátano.

En 1980 esta zona produjo alrededor del 21% del cacao Nacional, no tiene mayor desarrollo tecnológico y los rendimientos son bajos. Predominan plantaciones de más de 40 años, en su mayoría sembradas con una mezcla muy heterogénea de origen desconocido llamado "Híbrido Nacional x Trinitario", las mismas que son manejadas inadecuadamente. En los últimos años ha aumentado la colonización de la zona y se observa creciente interés por siembras de cacao.

#### 2. Zona Central

Comprende áreas de cacao que se ubican en la mayor parte de la zona norte de la Cuenca del Río Guayas y la provincia de Los Ríos: Balzar, Colimes, Sta. Lucía, Urbina Jado, Vinces, Palenque, Baba, Guare, Isla de Bejucal, San Juan, Pueblo

Figura 4. Distribución del cultivo de cacao.



Viejo, sur de Ventanas, Catarama, orillas de Ricaurte, Pimocha, Caracol, Babahoyo y Quevedo. El cacao proveniente de esta zona se lo conoce comercialmente como "Arriba", denominación que hace referencia a su ubicación aguas arriba de los ríos Babahoyo, Daule y sus afluentes.

Una importante área se ubica en los márgenes de la cordillera occidental de la provincia de Bolívar (Echeandía, San Antonio y Balsapamba). La zona posee características óptimas en cuanto a suelos, con precipitaciones que alcanzan hasta los 1.000 mm distribuidas en su mayoría entre Diciembre y Julio (ver factores climáticos).

Desde el punto de vista económico representa el renglón más importante en cuanto a producción nacional, con un 48% de la producción en 1980. Al igual que en la zona anterior, en su mayoría se cultiva el mismo material y con problemas similares en cuanto a manejo; al respecto, no obstante que el INIAP ha generado un amplio "paquete tecnológico", éste no es aplicado por los agricultores, debido a la poca voluntad de cambio o renovación mostrada por éstos y más bien han desviado sus actividades a otros cultivos que proporcionan ingresos a corto plazo, lo que ha ocasionado cierta reducción del área original y erosión genética de la variedad Nacional.

Si bien existen problemas graves que resolver en esta zona, su potencial de producción amerita los esfuerzos que se hagan en ese sentido.

### 3. Zona Sur-Oriental

En esta zona se agrupa la parte sur de la provincia del Guayas (Milagro, Naranjito, Naranjal, Balao Chico, Balao, Tenguel), y la provincia de El Oro (Santa Rosa, Machala, Guabo y Tendales).

Esta zona recibe precipitaciones que oscilan entre 500 a 1000 mm anuales. Además tiene influencia de brisas marinas provenientes del Golfo de Guayaquil.

Esta última área se la considera como de alto potencial debido a que las condiciones climáticas son aparentemente, menos favorables para el desarrollo de enfermedades. Por otro lado, la infraestructura de que dispone la extensa zona bananera de la provincia de El Oro, permite suplir las necesidades hídricas del cacao en la época seca. Durante los últimos 15 años, debido a los precios altos y al interés de diversificar áreas bananeras en esta provincia, se ha sembrado cacao cerca de carreteras modernas y zonas dotadas de riego, drenaje y que además reciben los beneficios de la fertilización de bananeras próximas. Se delimita así un área de producción con características contrastantes y de mayor productividad en relación a las zonas tradicionales, que con un programa tendiente a reducir el porcentaje de frutos enfermos produciría efectos altamente rentables.

### 4. Zona oriental

En la región oriental, el cacao se encuentra distribuido en la provincia de Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. En general, las áreas cacaoteras reciben un promedio anual de precipitación entre 2.400 y 3.200 mm; con temperaturas medias mínimas de 18–19°C y máximas de 33–34°C.

En la región oriental, las plantaciones de cacao ocupan usualmente menos de una hectárea y raramente más de cinco; en su totalidad provienen de plantaciones hechas por los colonos en los últimos 40 años, con semilla traída de la costa (Sto. Domingo, Naranjal, Machala) así como de semilla de árboles silvestres locales.

A pesar de estar en el centro de origen del cacao, ni nativos ni colonos tienen tradición sobre el cultivo y uso del cacao. A fines de la década del 80 recién ha despertado mayor interés, como alternativa al café por la problemática de este último.

## B. FACTORES CLIMATICOS

Existe variación en el comportamiento del cultivo de acuerdo a la zona, determinada, (entre otros aspectos que regulan el crecimiento vegetal), por factores ambientales directos, fertilidad, capacidad y retención de agua del suelo y sus interacciones.

En la mayoría de las áreas cacaoteras, es común la ocurrencia de dos períodos climáticos bien marcados. El lluvioso (invierno), cuyas precipitaciones comienzan a fines de Diciembre y finalizan entre Abril y Junio, seguido por un período seco (verano) de 5 a 7 meses que es también otro de los factores limitantes de la productividad en el país. En general, el cacao soporta condiciones climáticas extremas siempre y cuando sea por períodos cortos.

A continuación, se menciona brevemente los requerimientos y rol de cada uno de los factores climáticos, que serán más ampliamente discutidos en el Capítulo VII.

#### † 1. Temperatura

Es un factor de importancia fundamental para el crecimiento normal del árbol de cacao. Se conoce que las fluctuaciones estacionales diarias afectan marcadamente los procesos fisiológicos, como la formación de flores y frutos.

La temperatura media anual de las áreas cacaoteras es alrededor de 25°C, con una oscilación de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  entre las épocas húmeda y seca. En las localidades de la zona central el período más frío va de Julio a Noviembre y en la zona sur de Julio a Octubre.

Las áreas de producción próximas a las estribaciones de la cordillera andina tales como: La Maná, Echeandía, Caluma, Bucay y Ponce Enríquez son las más afectadas por las bajas temperaturas.

#### 2. Luminosidad

La energía radiante del sol tiene dos efectos: ilumina y calienta. Los efectos luminosos están relacionados fundamentalmente con la fotosíntesis, el movimiento de los estomas y el alargamiento de las células de ciertos tejidos vegetales, además de otros procesos.

Entre las áreas de países cacaoteros del mundo, la zona del Litoral ecuatoriano es la que posee menor radiación solar. En la mayoría de las localidades productoras del Ecuador las horas de brillo solar oscilan entre 800 a 1.000 horas/año, es decir casi la mitad del valor registrado en otros países.

Se conoce que los factores que influyen en la cantidad total de radiación son: latitud, tiempo y nubosidad. La latitud determina las horas de luz diaria, en el Ecuador es casi constante, pero la nubosidad influye en la radiación solar como ocurre en la zona central y norte.

#### 3. Precipitación

Este es un factor necesario de tomar en cuenta para decidir si un área o finca ofrece condiciones óptimas para el establecimiento de una huerta cacaotera. Como guía

general, se requiere una precipitación de 1.200 a 2.500 mm anuales bien distribuidos y con un mínimo de lluvia mensual promedio igual a 100 mm.

Las zonas cacaoteras del Litoral ecuatoriano presentan un rango amplio, en lo referente a cantidad y distribución de la precipitación. En áreas de la zona central el promedio de precipitación anual varía entre 1.000 a 2.500 mm distribuidas en apenas 5 – 6 meses.

La región Noroccidental de la Cuenca del Guayas, es más lluviosa, con un promedio de precipitación superior a 2.500 mm/año; las lluvias son más prolongadas, favoreciendo la presencia y severidad de enfermedades fungosas. En la zona sur del Litoral el promedio de precipitación anual es inferior a 1.000 mm que corresponde a una formación climática seca tropical.

El riego suplementario en zonas secas ha probado ser un valioso complemento, sobre todo en áreas que poseen fuentes permanentes de agua como ocurre actualmente en la provincia de El Oro, así como en ciertas áreas de las provincias de Guayas (Milagro), Los Ríos (Vinces) y Manabí.

#### 4. Humedad relativa

En general, se acepta que la humedad relativa (H.R) del aire es muy importante en la regulación de evaporación del agua del suelo y la transpiración de la planta. El ambiente debe ser húmedo, el cacao no se comporta bien si el ambiente que rodea la planta es extremadamente seco. El valor promedio mensual de la humedad relativa varía de un modo irregular, una media de 75–80% es la más conveniente para el cacao.

En la zona central, con alta nubosidad, la H.R. se mantiene por encima del 80% durante los meses secos, lo que permite que el cultivo no sufra demasiado por la prolongada época seca.

Una desigual distribución de lluvias, alta humedad relativa (85 – 90%) y altas temperaturas favorecen la proliferación de enfermedades fungosas como monilia y escoba de bruja, que en ciertas zonas pueden ocasionar pérdidas hasta alrededor del 60% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Influencia de la humedad relativa en el porcentaje de mazorcas enfermas y rendimiento del cacao.

Zona (Provincia)	Humedad relativa	Mazorcas enfermas %	Rendimiento kg/ha
Viche (Esmeraldas)	85	51	467
Chone (Manabí)	86	37	381
Quevedo (Los Ríos)	85	41	335
Montalvo (Los Ríos)	—	56	222
Naranjito (Guayas)	82	33	356
Naranjal (Guayas)	82	53	843
Machala (El Oro)	80	31	1.078

### C. LITERATURA CONSULTADA

- ARAGUNDI, J.* 1974. Evaluación de rendimientos e incidencia de enfermedades del cacao, en varias zonas ecológicas del Litoral ecuatoriano. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 64 p.
- CHANG, B.* 1980. El cacao en la Provincia de Los Ríos. Monografía. Colegio Nacional, "Nicolás Infante Díaz", Sección Nocturna. Quevedo, Ecuador. 32 p.
- FOWLER, R.; DESROSIERS, R. and HOPP, H.* 1956. Evaluation of certain factors affecting the yield of cacao in Ecuador. Reprinted from Ecology. Vol. 37 No. 1. January, 1956.
- GUTIERREZ, H.* 1967. Estado actual de la producción cacaotera de Ecuador. Cacao. Centro Interamericano del Cacao. IICA. Turrialba, Costa Rica. 9 (12): 1-23.
- HARDY, F.* 1964. Suelos y Ecología de la región cacaotera de Ecuador. Cacao. Centro Interamericano del Cacao. IICA. Turrialba, Costa Rica. 9(12): 1-23.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.* 1985. Plan de Investigación e inventario tecnológico. Programa de Cacao. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. 143 p.
- QUINTANA, M.* Los Ríos. Segunda Edición de Monografía y Album de Los Ríos. Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo del Guayas. Guayaquil, Ecuador. 24 p.
- SUAREZ, C.C.,* 1982. Problemática del cultivo del cacao en el Ecuador. Quevedo, Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica No. 1. 16 p.

## V. MATERIAL DE SIEMBRA Y PROPAGACION

Jaime Vera Barahona

En una población de plantas propagadas por semilla, es de esperarse encontrar una gran variabilidad genética, por tratarse el cacao de una planta alógama, que tiene flores de estructura muy compleja y por la presencia de sistemas de incompatibilidad que caracteriza ciertos tipos de cacao. Esta variabilidad se puede comprobar al analizar las diferencias de cosecha entre individuos, tipos y colores de mazorcas, forma, tamaño y color de almendras, forma y tamaño de hojas, color de las flores y resistencia a enfermedades y plagas, etc.

Con el fin de asegurar la inversión en una huerta, evitando problemas de incompatibilidad y ataque masivo de enfermedades, se debe sembrar una mezcla de materiales, ya sea clones (no menos de 5-10 de diferente origen) o híbridos (no menos de 5 cruces también diferentes).

### A. MATERIAL DE SIEMBRA

El éxito futuro de una plantación nueva de cacao, o de las resiembras de una huerta ya establecida, reside en el empleo del mejor material de siembra posible. La Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP recomienda al agricultor cruces interclonales precoces que, a pesar del ataque de enfermedades, presentan mayor rendimiento que el cacao tradicional (Ver cuadro 2).

Es necesario planificar las resiembras adecuadas todos los años puesto que además de mejorar la calidad de la huerta, se aumenta el nivel de eficiencia económica de la plantación, debido a la disminución del costo de mantenimiento del huerto, por el menor crecimiento de malezas y vegetación extraña en el huerto. Para el efecto, se debe calcular adecuadamente la cantidad de material que se va a requerir en las nuevas siembras, incluyendo un 5% de reserva.

### B. PROPAGACION

En ningún individuo superior es posible fijar indefinidamente sus caracteres genéticos cuantitativos por medio de la reproducción sexual, por cuanto resulta difícil repetir la combinación de gametos que originaron el genotipo del individuo. De allí que la propagación vegetativa que da lugar a la formación de clones, es el único procedimiento que permite perennizar genotipos superiores. Los procedimientos más conocidos en la propagación vegetativa del cacao son: injertos, ramillas y acodos.

#### 1. Injertos

La injertación consiste en unir una rama o una parte de ella (injerto) a un patrón reproducido por semilla o enraizado, a fin de que los cambiums del injerto y patrón queden en íntimo contacto, para que los nuevos tejidos, provenientes de la división

celular de ambos, queden íntimamente unidos y puedan transportar sin impedimento agua y alimentos a través de la unión.

Cuadro 2. Características y rendimiento experimental de cultivares de cacao recomendados por INIAP. 1983.

CLONES	Indice		Porcentaje			Rendimiento promedio kg/ha
	Mazorca 1/	Semilla 2/	Enraizamiento	Grasa	Testa	
EET-19	17	1,7	67	42	12	1.522
EET-48	16	1,3	47	46	14	942
EET-62	20	1,6	51	51	13	1.039
EET-95	19	1,3	48	50	12	1.368
EET-96	18	1,3	38	47	13	1.146
EET-103	19	1,5	35	46	13	1.332
ICS-6	13	1,9	34	42	12	707
ICS-95	19	1,9	84	39	7	1.147
<b>HIBRIDOS</b>						
EET-275 x SCA-12	17	1,4		49		775
EET-103 x EET-387	19	1,5		48		703
EET-95 x EET-332	19	1,3		48		666
ICS-6 x EET-332	13	2,0		52		1.138
EET-19 x SCA-12	20	1,0		50		720
IMC-67 x EET-19	17	1,4		---		714
EET-48 x SCA-12	20	1,1		---		649
EET-48 x EET-332	18	1,4		55		691

1/ Número de mazorcas necesarias para obtener un kg de cacao seco .

2/ Peso promedio (g) de una almendra fermentada y seca

EET Estación Experimental Tropical

SCA Scavina

ICS Imperial College Selection

IMC Iquitos-Marañon Collection

El árbol reproducido por injerto recibe tanto del injerto como del patrón caracteres morfológicos y genéticos-fisiológicos. Generalmente el patrón transmite resistencia para enfermedades y características de vigor y adaptación a las condiciones del suelo; y el injerto (variedad) mantiene características de calidad y producción de frutos.

a. Preparación de las varetas portayemas

Unos ocho días antes de la operación de injertar se recomienda seleccionar ramas de la penúltima brotación. Estas deben tener 30 cm de largo y un diámetro aproximado al de un lápiz, proveniente de los árboles seleccionados que se desean reproducir.

Con una navaja de injertar bien afilada, se debe eliminar un centímetro de corteza o floema (Figura 5), con el objeto de estimular las yemas y facilitar su desprendimiento. El corte y transporte de las ramas así preparadas, debe realizarse en las primeras horas de la mañana.

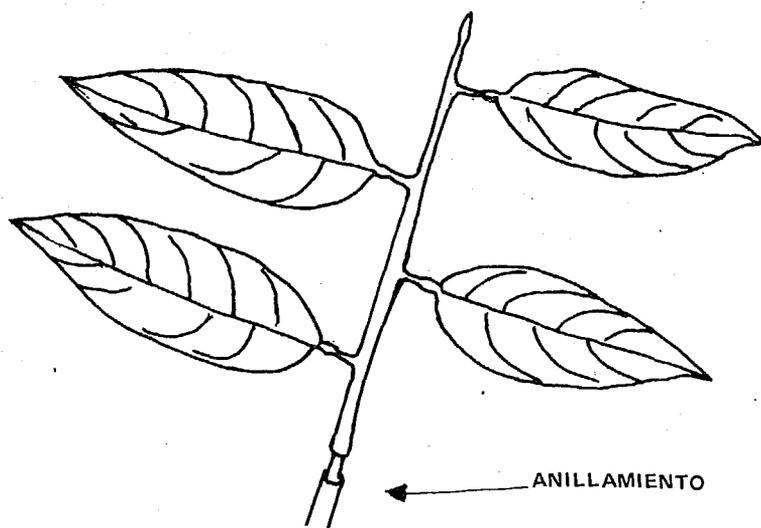


Figura 5. Preparación de la vareta portayema.

b. Preparación del patrón e injertación

Se seleccionan plantas que posean 4 a 5 meses de edad con un diámetro similar a la vareta portayemas. Por estar presente en nuestro medio la enfermedad conocida como "Mal de machete" (*Caratocystis fimbriata*), debe utilizarse de preferencia patrones resistentes, provenientes de semilla de los clones EET-399, EET-400, IMC-67, Pound-7.

Dentro de los diferentes tipos de injertos que se pueden practicar el que mejor resultados ha dado en cacao es el de yema, ya sea de escudete o parche.

Previo al corte se desinfecta el patrón y la navaja con alcohol o formaldehído al 6<sup>o</sup>/. Con la ayuda de la navaja de injertar se procede a ejecutar tres cortes sobre el floema en forma de U invertida, bajo la altura de inserción dejada por los cotiledones en el tallo del patrón (Figura 6A). (La mayor parte de las

brotaciones no desables del cacao ocurren a partir de estas cicatrices). Luego se extraen las yemas de las varetas efectuando cuatro cortes, procurando que sean exactamente del mismo tamaño del corte practicado en el patrón (Figura 6B).

Una vez retirado un parche de la vareta se la coloca con mucho cuidado, bajo la corteza levantada del patrón (Figura 6C, D). Esta operación debe ser lo más rápido posible, para evitar la oxidación de los tejidos. Es importante también quitar la madera adherida a la yema para asegurar su prendimiento.

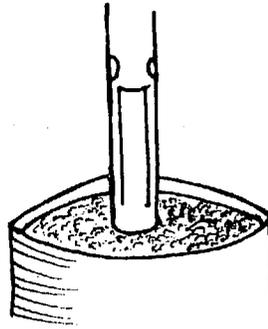
Seguidamente, el injerto debe cubrirse con una cinta plástica para injertar (1/2 pulgada de ancho x 0.004 pulgada de espesor) (Figura 6E). Esta envoltura conserva la humedad, favorece la pronta unión con el patrón y la brotación rápida de la yema del parche.

Tres semanas después de la operación se quita la cinta plástica y se practica un ligero corte alrededor del patrón, para quebrarlo 10 cm arriba del injerto. La mayor parte de las yemas brotan durante las 2 semanas siguientes (Figura 6F), al cabo de este tiempo se examina el patrón y en aquellos casos que la yema se encuentra latente se recomienda eliminar del patrón un anillo de corteza de 1 cm arriba del injerto, con el objeto de estimular su actividad.

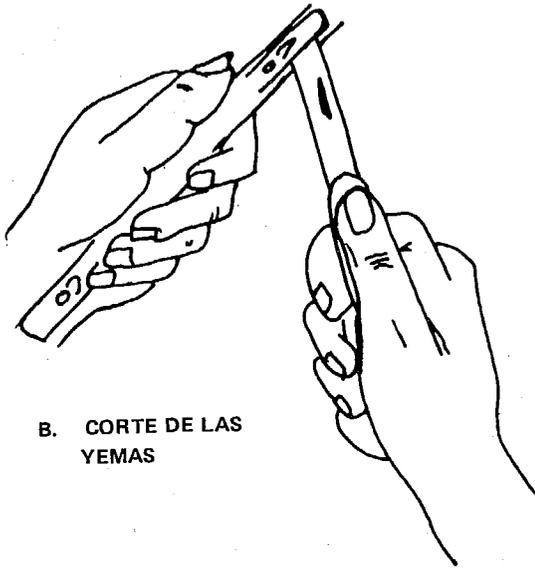
El tratamiento siguiente consiste en darle riego, y controlar insectos o enfermedades según lo necesiten. Finalmente, cuando el nuevo brote tenga unos dos meses de crecimiento se realiza el corte definitivo del patrón inmediatamente sobre el sitio del injerto. Una planta obtenida por injerto puede ser sembrada en el campo a los 120 días de edad.

## 2. Ramillas

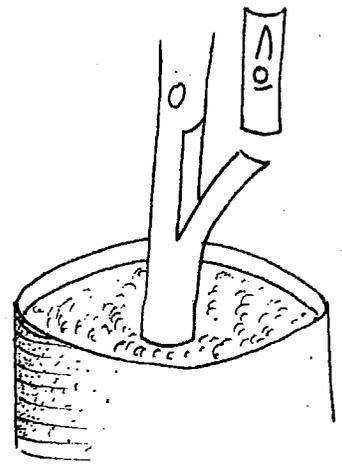
El procedimiento de la reproducción por estaca o ramilla es como sigue:



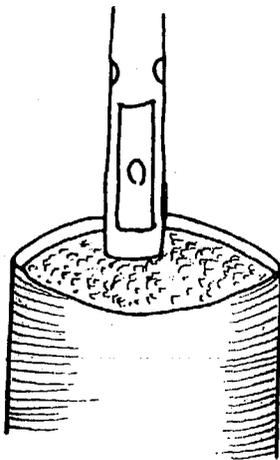
A. CORTE EN U



B. CORTE DE LAS YEMAS



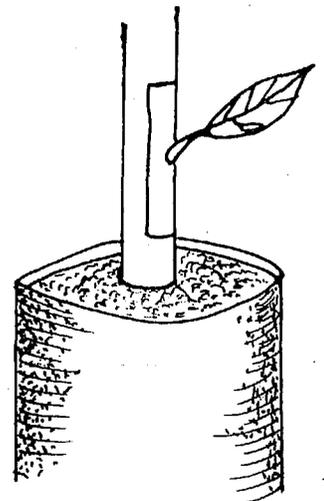
C. COLOCACION DE YEMA EN EL PATRÓN



D. INJERTO COLOCADO



E. ENVOLTURA DE CINTA PLÁSTICA



F. YEMA EN BROTACION

Figura 6. Diversas operaciones de la injertación del cacao.

**a. Material requerido**

Láminas de polietileno transparente de 0.04 pulgadas de espesor, una hormona enraizante a base de los ácidos indolbutírico y naftaleno-acético, navaja de injertar afilada, tijeras grandes, tijeras de podar, fungicida, formaldehído al 6<sup>o</sup>/o y fundas plásticas de 15 cm x 25 cm con fuelle y perforadas, con capacidad para unos 3 kg de suelo.

El propagador constará de una armazón de madera y caña rolliza en forma similar al techo de una casa, de 30 cm de altura lateral (gotera) y 40 cm en el centro (caballete), conforme su muestra en la Figura 7.

El ancho del propagador puede variar de acuerdo al tamaño del polietileno o el número de ramas que se vayan a enraizar y su largo debe tener alrededor de 7 m.

Se recomienda llenar las fundas plásticas con el mejor suelo disponible o la denominada tierra de sembrado. Con la ayuda de un espeque manual de madera se realiza un hoyo de 4 cm de diámetro, cubriendo este espacio con aserrín de balsa o estopa de coco, a fin de formar un núcleo de enraizamiento (Figura 8).

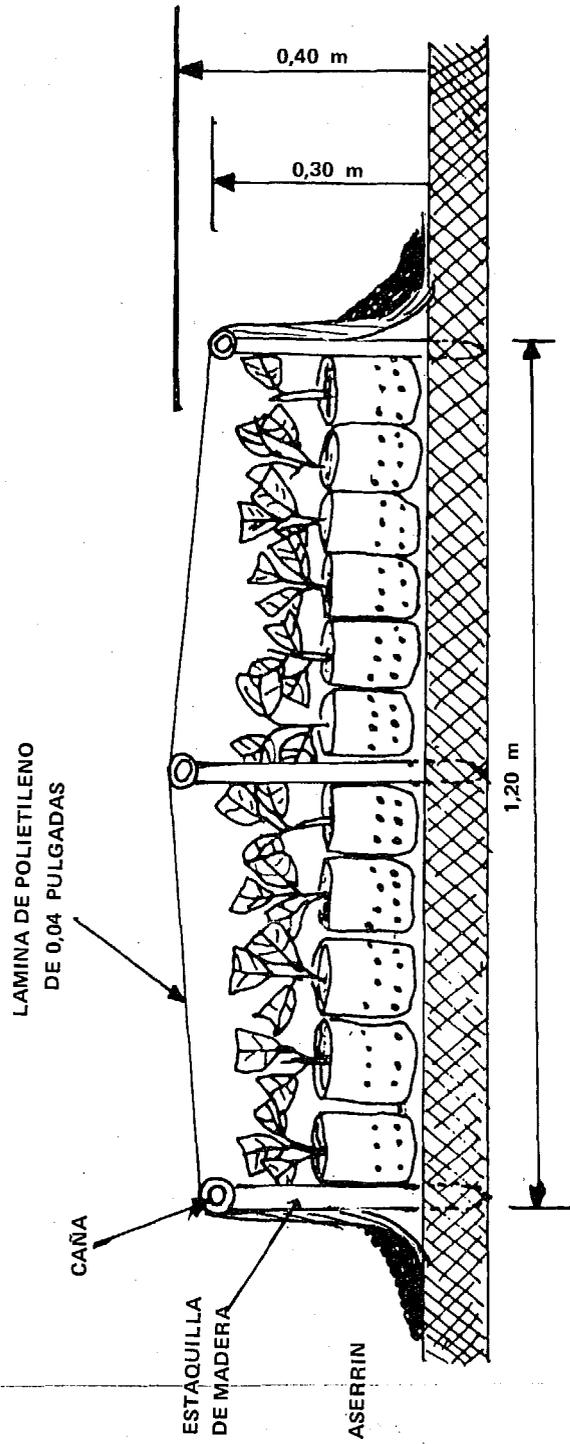
**b. Recolección y preparación de ramillas**

Es aconsejable seleccionar ramillas o varetas provenientes de la última porción de crecimiento de árboles que se encuentren bajo sombra definitiva (rama joven); el crecimiento de donde proviene la ramilla se distingue por presentar, en su parte superior, un ligero cambio de color café a verde claro y ser de aproximadamente 1 cm de diámetro.

La recolección de ramillas debe efectuársela temprano en las mañanas, dejándolas dentro de un recipiente con agua o envueltas en yute húmedo, hasta el momento de la preparación y siembra.

Previo a la siembra, se preparan secciones con tres a cuatro hojas, a las que se elimina las 2/3 partes de su área foliar, para facilitar el manipuleo y mantener un equilibrio fisiológico entre el área foliar y el desarrollo del sistema radicular (Figura 8).

Figura 7. Algunos detalles del Propagador usando láminas de polietileno.



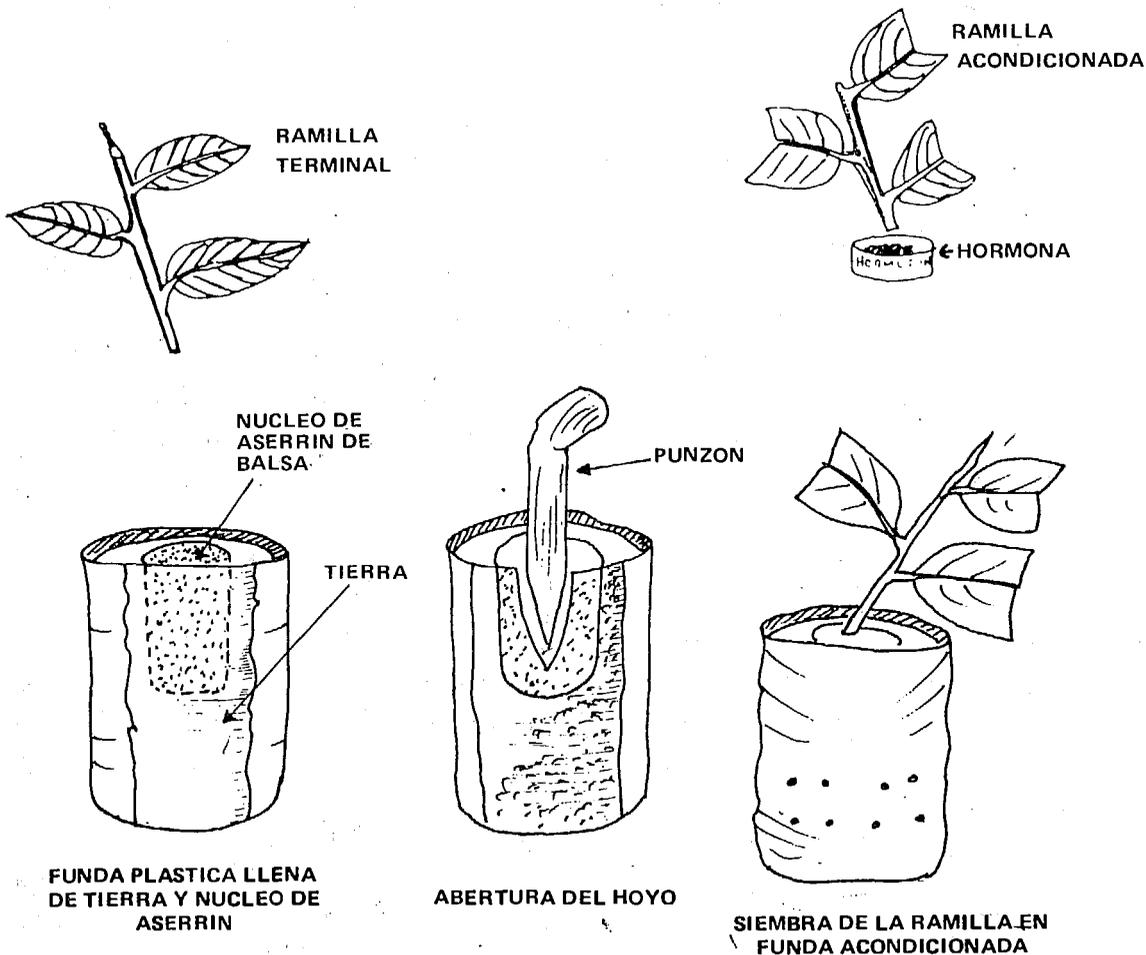


Figura 8. Diversas fases de la preparación de las ramas, acondicionamiento de las fundas y siembra.

Las ramillas así preparadas, se sumergen en una solución acuosa de cualquier fungicida que ayude a prevenir la entrada de infecciones a través del corte. Se recomienda usar solución de Fermate al 3<sup>o</sup>/o.

Se elimina el tejido oxidado, haciendo un nuevo corte inferior y recto en cada ramilla y luego se impregna con la hormona, con la finalidad de estimular el crecimiento de raíces.

### c. Siembra bajo cámaras de polietileno

Se introduce la ramilla en el núcleo de enraizamiento contenido en cada funda, asegurándose que éste se ajuste alrededor de aquella. Es importante realizar este proceso en un ambiente sombreado y húmedo. Se coloca las ramillas dentro del propagador y se las recubre con el plástico transparente, para favorecer una alta humedad relativa ( $\pm$  98<sup>o</sup>o) a la vez que permite la circulación

del aire por los costados. Además, es necesario regar cada 6–8 días para mantener la humedad del suelo y de aire en época seca a un nivel adecuado.

Después de 40–45 días se completa el proceso de enraizamiento, lo que se reconoce por la emisión de nuevos brotes y raicillas.

A partir de este momento, para aclimatar las ramas enraizadas al ambiente normal, se levanta el polietileno 1 hora en los tres primeros días, aumentando luego una hora más por día de manera que al cuarto día sean dos horas, al quinto tres horas, etc, hasta quedar expuestas las 8 horas del día. Después de este período, se puede dejar el propagador completamente descubierto las 24 horas del día por una semana, antes de trasladarlas a lugares menos sombreados, donde se las mantendrá por 4–6 meses antes de llevarlas al campo definitivo.

### 3. Acodos

Constituye otro procedimiento de reproducción vegetativa, en las que pueden emplearse ramas de mayor edad que las ramillas. En este caso, se debe cortar un anillo de corteza de 1 cm de ancho y depositar sobre ella cualquier hormona que estimule la emisión de raíces; la herida debe cubrirse con material enraizante (aserrín de balsa o estopa de coco por ejemplo) humedecido y sujeto por un plástico perforado. Luego de enraizada la rama (proceso que demora aproximadamente unos 40 días), se la puede separar de la planta y sembrarla en fundas de polietileno llenas de tierra (Figura 9). Las nuevas plantas deben transportarse a un lugar sombreado, previo a la siembra al campo definitivo.

Quienes se dediquen a la multiplicación vegetativa del cacao deben tomar las precauciones necesarias para asegurar la provisión de suficiente material de varios clones, se conoce que no todos presentan las mismas proporciones de prendimiento, ya sea por injerto o ramilla. Es conocida la facilidad de enraizar o injertar del clon ICS–95 y sus afines; de modo que se recomienda no formar huertos exclusivamente con este material, con el consiguiente peligro de ser muertos por alguna enfermedad como es el mal de machete.

### 4. Siembra por semillas

La forma más fácil de reproducir cacao es a través de semillas y el procedimiento recomendado se describe a continuación.

#### a. Características del semillero

También conocido como "almácigo", es el lugar seleccionado y acondicionado para lograr una buena germinación de las semillas y un adecuado desarrollo de las plantitas hasta que estén en condiciones de ser transplantadas. El lugar que se escoja para semillero debe reunir las siguientes condiciones:

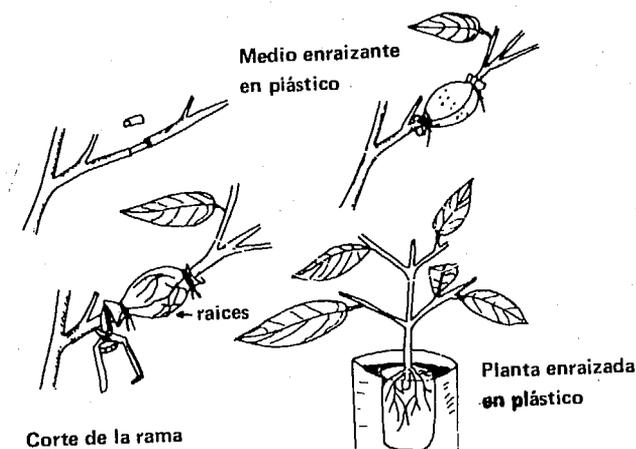


Figura 9. Obtención de una planta por acodo.

- Lugar alto y de buen drenaje.
- Facilidades para el riego.
- Suelo franco y fértil.
- Fácil acceso para darle atención permanente y se facilite el transplante al vivero.

#### b. Construcción

Los semilleros no deben tener un tamaño extraordinario, son generalmente pequeñas parcelas de terreno o "platabandas" y en ciertos casos, cajas de madera llenas de tierra preparada, cubiertas con una capa de 0,04 m de espesor, de aserrín de balsa o cualquier otro material adecuado.

Una de las medidas que se recomienda para las "platabandas", es 10 m de largo x 1,50 m de ancho x 0,15 m de alto. Este "cajón" de tierra se lo debe proteger con tiras de caña o cañas rollizas (Ver Figura 10A). De una platabanda a otra se debe dejar una distancia de 0,40 m para que sirva de camino.

#### c. Siembra

La siembra en semilleros se hace generalmente en líneas, dejando 0,10 m entre semillas y líneas. La semilla debe quedar enterrada de 3 a 4 cm de profundidad en la capa de aserrín, procurando enterrar la parte más ancha de la semilla hacia abajo; en este lugar se encuentra el "hilio", es decir el punto claro que se observa cuando se elimina la testa o envoltura y que corresponde al embrión (Figura 10 B). En caso de duda es mejor sembrar la semilla "acostada".

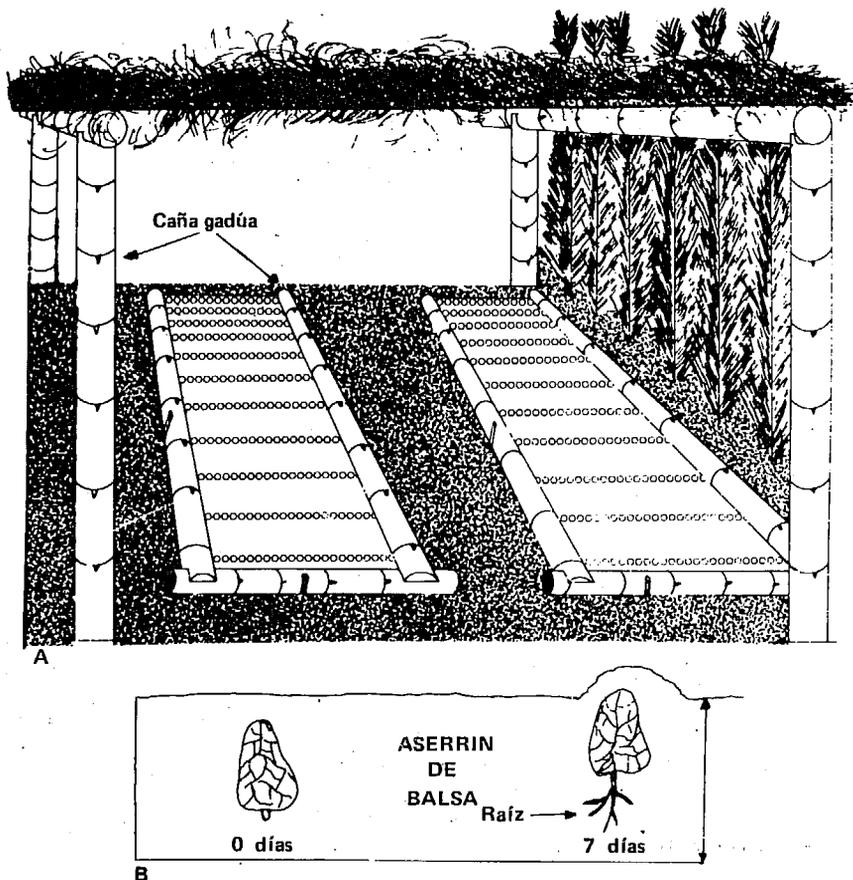


Figura 10. (A) Semilleros construídos a base de materiales económicos: caña, hojas de palma o bijao.  
 (B) Germinación de la almendra de cacao.

Se recomienda eliminar la testa de las semillas, para disminuir daños por la atracción de insectos y hongos, para el efecto se debe frotar primeramente las almendras con aserrín de madera o cualquier absorbente, a fin de eliminar el mucílago. El tiempo que demora en germinar la semilla es aproximadamente de dos semanas.

d. **Mantenimiento**

Es preciso mantener el semillero suficientemente húmedo hasta que germine el cacao y luego regarlo únicamente lo indispensable, de acuerdo con la época y el medio de propagación que se haya utilizado. Realizar los cuidados culturales necesarios, deshierbar constantemente para evitar la competencia entre las malezas y las plantitas de cacao.

Cuando se requiera controlar el ataque de insectos y hongos, será necesario hacer aplicaciones con los productos químicos apropiados, sujetándose a las recomendaciones que se dan en los capítulos correspondientes a plagas y enfermedades.

En todas las zonas del Litoral se debe utilizar sombra en el semillero para proteger el desarrollo de las plantitas; esto se consigue económicamente, construyendo un armazón de madera y caña guadua, cubierta con hojas de palma o similar para reducir la cantidad de luz en un 50-60 por ciento.

En las condiciones de la mayoría de las huertas ecuatorianas, no se recomienda hacer semilleros o viveros bajo las plantas adultas de cacao, pues hay un alto riesgo de que se enfermen con escoba de bruja y perderlas o retrasar su desarrollo inicial.

## 5. Viveros

Es en definitiva, un semillero más grande, donde se da a la planta mayor espacio para el crecimiento vegetativo. Los viveros a donde se transplanta, deben ser hechos en bolsas plásticas, preferentemente de color negro, de 18 cm x 30 cm, perforadas para permitir el drenaje. Estas, se llenan con el mejor suelo disponible; el ideal es la tierra superficial de montaña virgen. Para mayor información ver capítulo de suelos.

### a. Transplante

Conviene realizar los trasplantes durante las primeras horas de la mañana, debiéndose regar antes y después del mismo. Para el efecto se abre un pequeño hoyo de 7 a 10 cm con un espeque manual de madera de unos 3 cm de diámetro; se saca las plantitas del semillero con una paleta, evitando dañar las raicillas (Figura 11). Finalmente, se entierra la plántula con mucho cuidado, hasta el cuello de la raíz, apisonando el suelo a su alrededor. En el vivero, las plantas permanecen por un espacio de 4-6 meses.

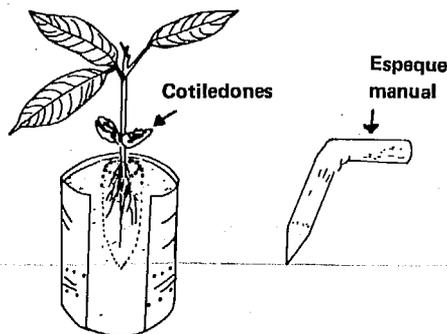


Figura 11. Colocación de las plántulas en fundas del vivero y espeque.

Las plantitas viven inicialmente a expensas de las reservas de sus cotiledones, por espacio de 4 a 5 semanas, tiempo que tardan éstos en caerse. Posteriormente la planta vive por sí sola, debido al mayor desarrollo radicular y foliar (2-3 hojas). No es conveniente que las plantas permanezcan por más de 6 meses en las fundas plásticas, debido a que la raíz pivotante penetra el piso del vivero, y dificulta su transplante definitivo al campo.

Durante los cuatro primeros meses en el vivero, es necesario mantener aproximadamente un 85% de sombra, para luego disminuirla progresivamente hasta un 60% al momento del transplante.

#### b. Mantenimiento

Es muy importante que las plantitas, durante el tiempo que vayan a permanecer en el vivero, reciban la máxima atención y cuidado, de esta manera se obtendrán en corto tiempo, plantas bien desarrolladas para la siembra definitiva o patrones aptos para injertarse. Las labores recomendadas son las siguientes:

1) **Deshierbas.**- Se realizarán cuantas veces sea necesario, por cuanto las malas hierbas impiden el buen desarrollo de las plantitas.

2) **Riego.**- En la época seca, el riego deberá ejecutarse cada 8 días, dependiendo esta frecuencia de las condiciones ambientales y las propiedades físicas del suelo. Es indispensable mantener una buena humedad, para lograr buen desarrollo radical de las plantas. Se debe evitar estancamiento o riegos excesivos que puedan favorecer enfermedades o asfixiar a las raíces.

3) **Drenaje.**- Si se mantiene viveros en épocas lluviosas, es necesario construir canales para eliminar el exceso de agua del vivero. Se recomienda que las fundas plásticas tengan suficientes perforaciones en la parte inferior para favorecer un buen drenaje de cada funda.

4) **Prácticas sanitarias.**- Para prevenir enfermedades o plagas se recomienda:

- Destruir las plantas enfermas.
- Mantener el área alrededor del vivero limpia de malezas.
- Protegerlas con un fungicida apropiado (ver control de enfermedades).
- Asperjar insecticidas sistémicos o de contacto (ver control de insectos).

### C. LITERATURA CÓNULTADA

**ENRIQUEZ, G.** 1970. Boletín de cacao. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo No. 04. 39 p.

**ERICKSON, A. L.** 1957. Propagación del cacao por medio de injertos y acodos. In Manual de cacao. Compilado y editado por Frederick Hardy. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. pp. 173-185.

----- 1957. Propagación del cacao por medio de estacas. In Manual de cacao. Compilado y editado por Frederick Hardy. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 147-172.

----- 1957. Propagación de cacao por medio de semillas. In Manual de cacao. Compilado y editado por Frederick Hardy. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. pp. 137-146.

**GUTIERREZ, J.** 1962. Propagación vegetativa del cacao en macetas bajo láminas de polietileno. Quito, Ecuador. Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Boletín de Horticultura No. 17. 6p.

**MORENO, L. J., ZULETA, L. y LAURENT, A.** 1968. Manual para el cultivo del cacao. Medellín, Colombia, Compañía Nacional de Chocolate. 127 p.

## VI. INSTALACION DE LA HUERTA

Jaime Vera B.  
Manuel Moreira

### A. SELECCION DEL TERRENO

Para el establecimiento de un cacaotal podrán ser elegidas áreas ocupadas por bosque virgen, bosque de segundo crecimiento y cultivo abandonado o rastrojal. En general, la preparación del terreno, dependiendo del uso anterior, debe ejecutarse con unos 12 meses de anticipación a la siembra.

#### 1. Montaña o bosque secundario

La preparación del terreno a partir de montaña o bosque secundario, consiste básicamente en la tumba gradual de la vegetación existente. El trabajo generalmente se inicia con la socla del monte bajo, incluyendo los arbustos, seguido de la tumba de árboles maderables. De acuerdo a las condiciones ambientales, el material arbóreo que no haya podido ser utilizado se puede apilar en hileras esparcidas de 10 a 15 m para su respectiva descomposición. Puede usarse maquinarias para esta labor, pero tomando todas las precauciones para conservar el suelo y su materia orgánica.

Otra alternativa es hacer una tala moderada de árboles, dejando aquellos que pueden servir como sombra definitiva. De acuerdo a la cantidad de luminosidad de la zona, debe llegar al cacao alrededor de 30-40% de luz, a menos que se disponga de riego, en cuyo caso la luminosidad o exposición puede ser mayor.

#### 2. Cultivo abandonado

En el caso de una área que ha sido explotada con otros cultivos (por ejemplo un cafetal), el procedimiento consistirá en tumbar, repicar y amontonar en hileras las plantas existentes para su descomposición. A continuación se procederá al trazado del terreno, balizamiento y huequeada para la siembra de sombra provisional y definitiva.

#### 3. Rastrojales

Los terrenos en barbecho o rastrojales pueden ser utilizados siempre que reúnan las características de suelos recomendados para este cultivo. En este caso, es necesario iniciar la eliminación de malezas y arbustos con roza o machete o con otros implementos mecánicos, incluyendo subsolado y arado de suelos. Posteriormente el procedimiento será similar a los anteriores.

## TRAZADO DEL TERRENO

Conocido también como alineación o balizamiento, consiste en fijar en el terreno estaquillas de madera o caña, de acuerdo a la distancia que va a sembrarse el cacao. Posteriormente, se abren los hoyos donde se sembrará la sombra provisional y permanente (ver Capítulo VII sobre sombreamiento).

### 1. En terreno plano

Con el trazado se obtienen las ventajas siguientes: correcta orientación de la huerta; adecuada circulación de aire, facilidad para la limpieza del suelo y economía en el transporte del producto cosechado. Los trazos más conocidos son: en cuadro y tres bolillos.

#### a. En cuadro

Para esto se requiere tener el terreno libre de malezas; materiales como latillas de caña con punta de 0,40 m de largo, cinta metálica de agrimensor y 6 jalones de madera de 1,60 m. Se puede adoptar el sistema de triángulo rectángulo como sigue:

Se traza una línea base sobre el lado más largo del terreno como se ilustra en la Figura 12, marcando al comienzo de ésta 3 m, dejando dos jalones de madera A y B respectivamente, como señal. Se traza una segunda línea, perpendicular

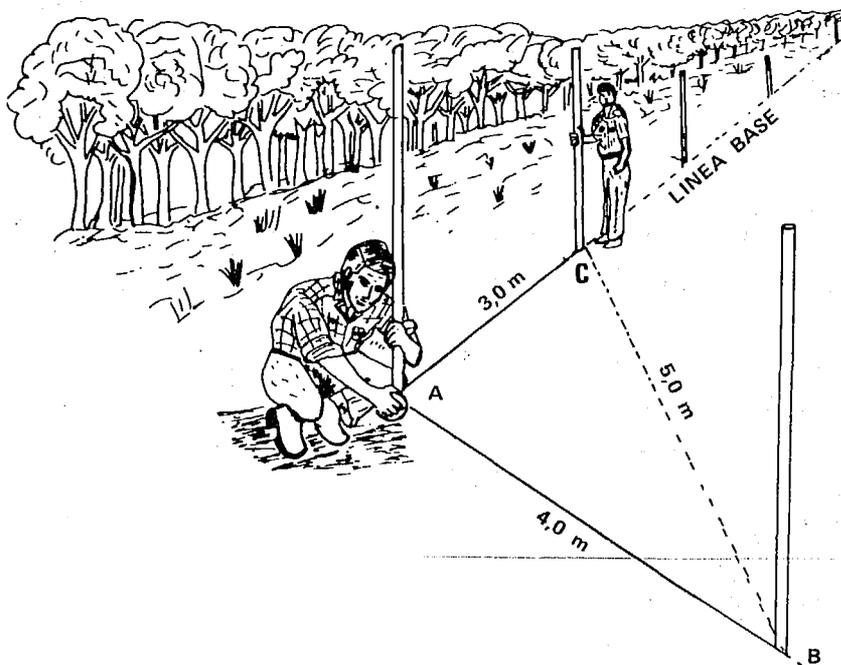


Figura 12. Alineación del terreno tomando como base el trazado del triángulo rectángulo.

a la primera, formando un ángulo aproximado de  $90^\circ$  y se mide semejante a lo indicado. Luego se mide la distancia de los dos últimos jalones (hipotenusa del triángulo rectángulo), que debe tener 5 m de separación. Si las medidas no concuerdan se mueve, las veces que sea necesario al jalón correspondiente a la línea perpendicular (C), hasta obtener la medida señalada.

Se prolongan las líneas bases a lo largo y ancho del terreno, poniendo balizas para mantener la alineación hasta unos 50 metros. Se trazan nuevamente las líneas bases en forma similar a la descrita, al final de los 50 metros. Una vez cuadrado el terreno y con ayuda de la cinta metálica se colocan estaquillas de caña cada 3 ó 4 metros, según la distancia de siembra adoptada.

**b. En Tresbolillo**

El sistema en tresbolillo consiste en disponer las plantas de modo que cada tres formen un triángulo equilátero.

Este trazado es muy conveniente por la ventaja de aprovechar más la superficie del terreno y por la facilidad en que pueden realizarse las labores en todas direcciones. En este sistema se obtiene un 15% más de plantas/área que con el sistema en cuadro.

Esta división es muy sencilla y se practica trazando en la parte media del terreno una línea BC, sobre la cual se construyen dos grandes triángulos equiláteros ABC y BCD, que juntos forman un rombo; quedando después reducida la operación a señalar distancias iguales en los lados de éste, después se unen por medio de líneas paralelas a los lados del rombo a la primitiva o principal, con lo que queda dividido el rombo en triángulos equiláteros. (Figura 13).

Para calcular el número de plantas según el sistema de trazado de la plantación se pueden aplicar las siguientes fórmulas:

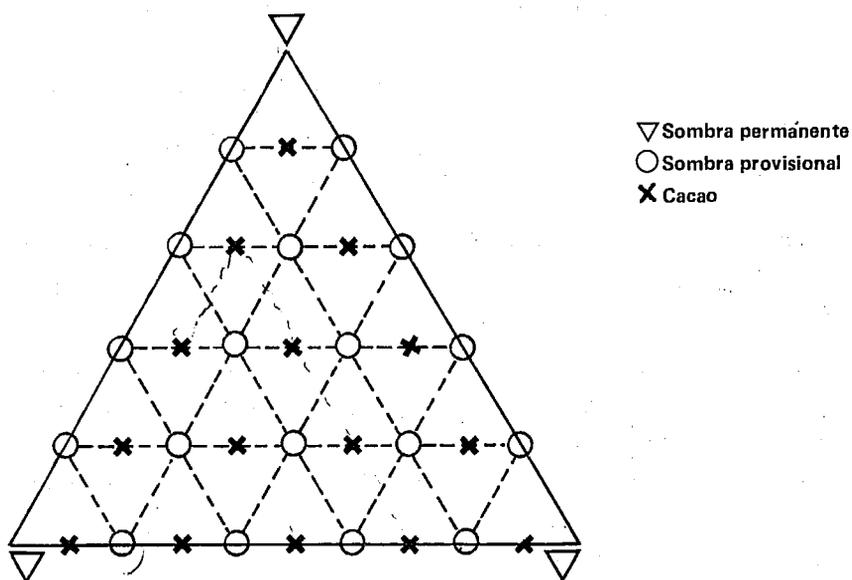
Cuando se siembra en Cuadro: 
$$N_p = \frac{A}{d^2}$$

Cuando se siembra en triángulo: 
$$N_p = \frac{A}{d^2 \times 0.866}$$

De donde:

$N_p$  = número de plantas  
 $A$  = superficie ( $m^2$ )  
 $d$  = distancia entre plantas (m)  
0.866 = coeficiente

A. TRAZO INICIAL



B. DISPOSICION DE PLANTAS DE CACAO AL TRESBOLILLO

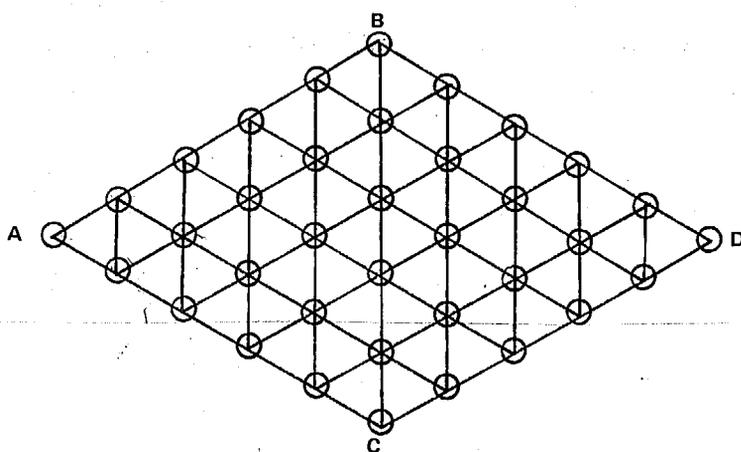


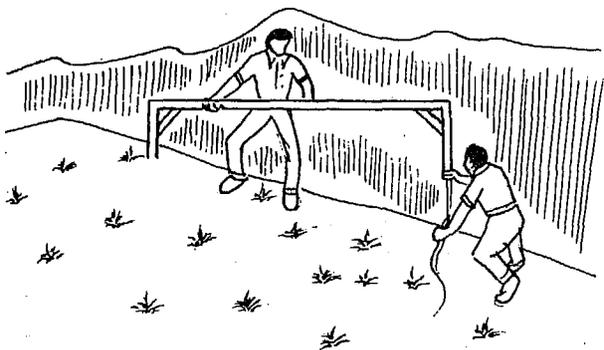
Figura 13. Disposición de las plantas para instalación de una huerta de cacao con el trazado en "Tresbolillo".

## 2. En terreno con pendiente

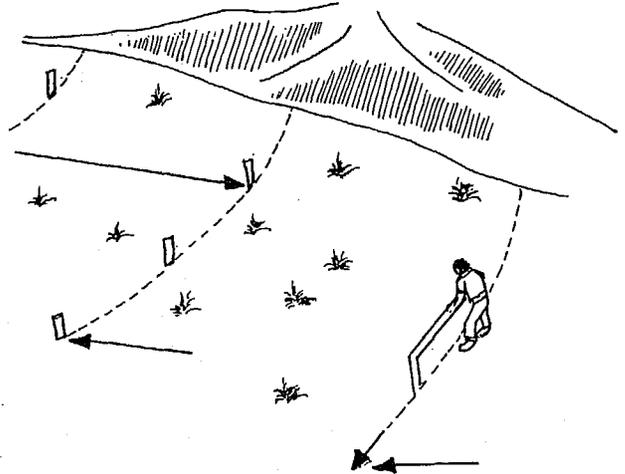
El trazado en curvas de nivel se utiliza cuando se establece cacao en terrenos con pendiente mayores al 13<sup>o</sup>/o y consiste en sembrar el cultivo siguiendo las líneas de nivel, las cuales tienen una dirección perpendicular a la pendiente y de forma curva.

Para trazar y sembrar cacao en curvas a nivel o en contorno se siguen los siguientes pasos (Fig. 14):

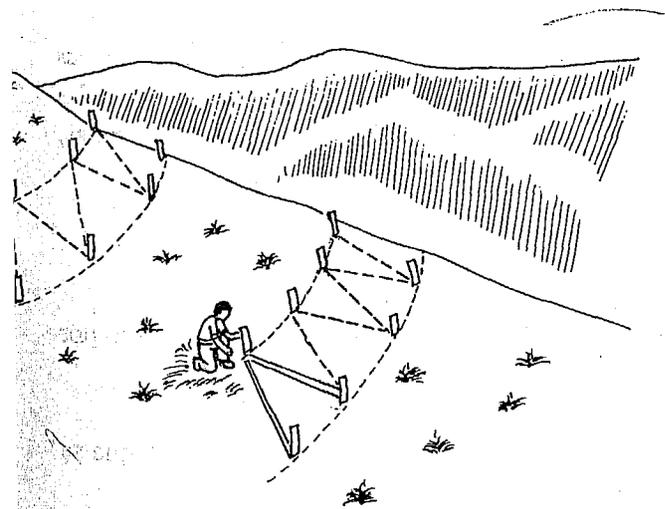
- Se utiliza un caballete a nivel.
- Se determina la distancia de siembra y la distancia entre hileras.
- Se busca la parte más alta de la pendiente del terreno que se va a trazar.
- Se clava una estaca en la parte más alta de la pendiente que se buscó.
- Se mide hacia abajo, a partir de la estaca que se clavó, una distancia igual a cuatro veces la distancia entre hileras, se clava una segunda estaca.
- Se sigue clavando estacas a la misma distancia, es decir, cuatro veces la distancia entre hileras. Todas las estacas deben quedar en líneas rectas, pendiente abajo.
- Se traza con el caballete una curva a nivel hacia la derecha y hacia la izquierda, a partir de cada estaca. Cada línea a nivel se llamará "línea guía". (Figura 14B).
- Se recorre luego cada línea guía y se corrige la línea, subiendo o bajando un poco aquellas estacas que se apartan mucho de la dirección general de la hilera.
- Se selecciona una vara de longitud igual a la distancia de siembra.
- Se coloca una de las puntas de la vara al pie de la primera estaca que se clavó en la primera "línea guía". Se tiende en dirección a la estaca que le queda al lado.
- Se arranca esta última estaca y se clava en el punto que señala el extremo de la vara. Se continúa haciendo lo mismo hasta determinar la hilera, a ambos lados.
- Se repite la operación en la segunda, tercera y en todas las otras "líneas guías".
- Se cogen dos varas iguales a la distancia entre hileras más una décima parte. Se colocan las puntas de las varas en las dos primeras estacas de la primera línea y se junta "hacia abajo los otros dos puntos sobre el terreno (Fig. 14 C). Se clava allí una estaca, se pasa una de las varas a la estaca siguiente y se vuelven a juntar las puntas y a clavar allí otra estaca. Se sigue, clavando estacas en esa forma hasta terminar la primera línea guía" (Fig. 14 C).



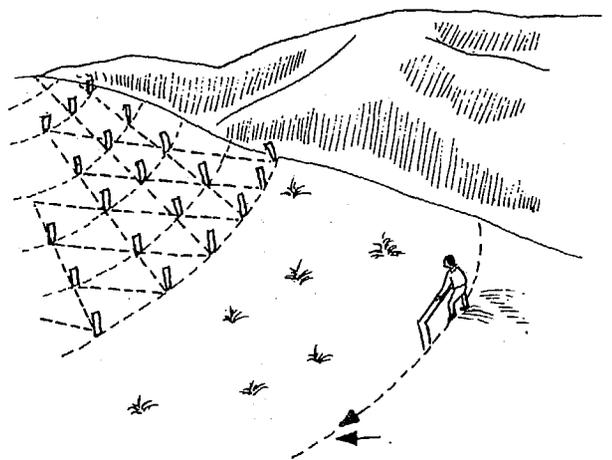
USO DEL CABALLETE



B. DETERMINACION DE LINEAS DE GUIA



C. TRAZADO DE PARALELAS A LA LINEA GUIA



D. ESTAQUILLADO

Figura 14. Trazado en curvas a nivel o contorno.

- Se pasa después a la segunda "línea guía" colocándose en la parte de arriba. Se hace allí otra línea paralela con ayuda de las varas, tal como se hizo para trazar la paralela de la primera "línea guía".
- Entre la primera y la segunda línea guía, se tienen ya dos paralelas. Todavía hace falta por lo menos una.
- Se traza al cálculo la otra línea, pero a igual distancia de las otras dos paralelas. Para esta operación debe ayudarse con una de las varas.
- Si ve que la tercera línea se separa mucho de las paralelas, se debe estudiar la posibilidad de colocar una o varias cuñas. En todo caso no debe alterarse mucho la distancia de siembra.
- Se coloca luego entre la segunda y la tercera "línea guía" y se hace el mismo trazado anterior. Se ubica después entre la tercera y la cuarta línea para continuar el trazado. Se sigue así hasta terminar todo el lote. Luego se procede a hacer los hoyos para la siembra ( Fig. 14D).

## C. TRANSPLANTE AL CAMPO DEFINITIVO

### 1. Epocas de siembra

Si no dispone de riego la siembra debe efectuarse después de las primeras lluvias (enero), es decir cuando haya suficiente humedad en el suelo. En este momento las plantitas deben tener de 4-6 meses de edad. Posteriormente, cada mes o antes, deben hacerse resiembras de las plantitas que hayan muerto.

### 2. Distancia de siembra

Híbridos: se siembran las plantitas a 3 x 3 m lo que proporciona 1.111 plantas por hectárea.

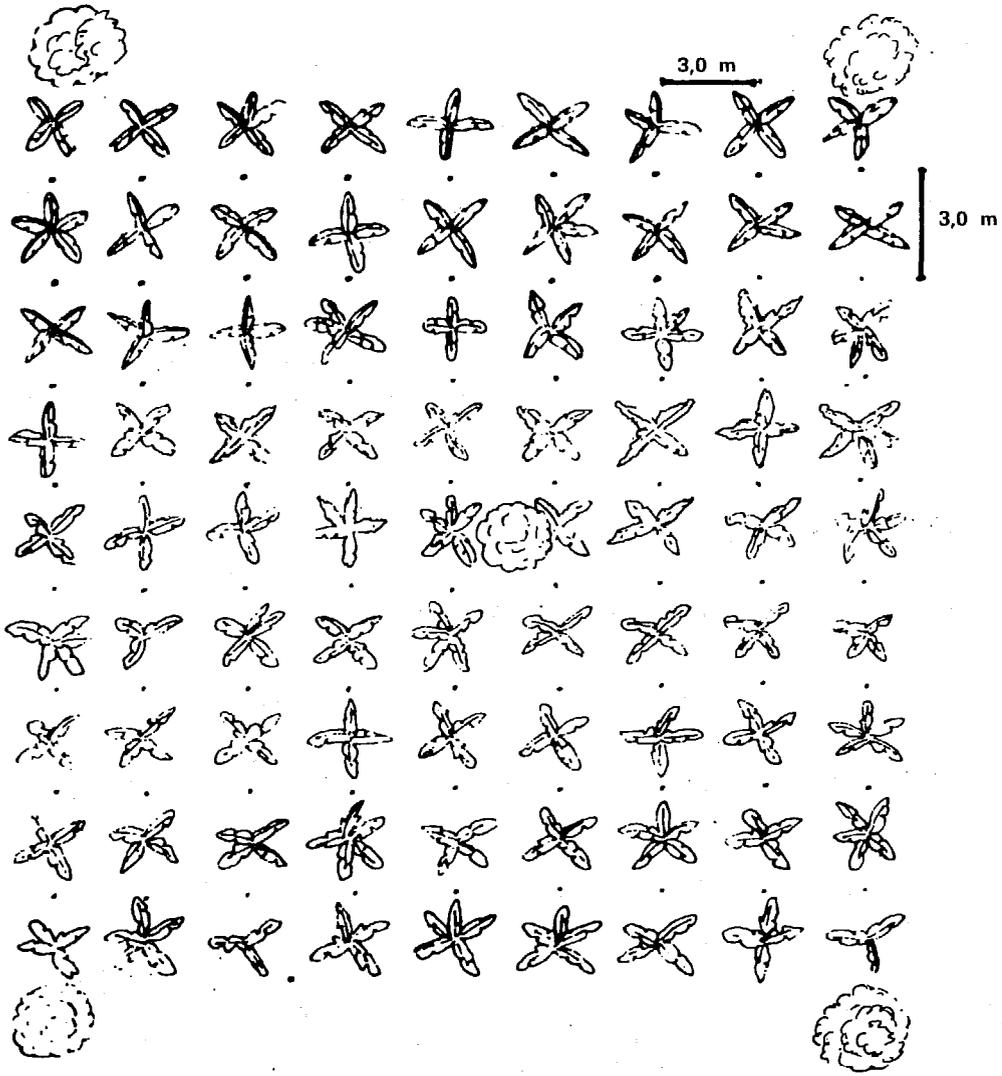
✓ Clones: se recomienda sembrar a la distancia de 4 x 4 m ó 3 x 4, con lo que se obtiene 625 y 833 plantas por hectárea, respectivamente.

Para facilitar la movilización dentro de la huerta, se recomienda sembrar el cacao y plátano en la misma alineación, como se observa en la Figura 15.

### 3. Dimensiones del hoyo

Es necesario hacer hoyos de 0,40 m de largo, ancho y profundidad, separando la tierra superficial de aquella que se obtiene del fondo, procurando hacer dos montículos a los costados del hueco (Figura 16 A).

TRAZADO DEL TERRENO



LEYENDA:



SOMBRA DEFINITIVA

SOMBRA PROVISIONAL

CACAO (3 x 3 m)

Figura 15. Cacao plantado en las líneas de plátano para facilitar el movimiento dentro de la huerta.

#### 4. Cuidados en el momento del trasplante

El trasplante al campo definitivo debe realizarse con plántulas sanas y bien conformadas de 4 a 6 meses de edad. El transporte de las plántulas del vivero al campo definitivo debe ser efectuado con mucho cuidado, con la finalidad de no dañar los sistemas foliar y radicular. Es necesario además indicar, que al momento del trasplante se debe retirar la funda plástica, previos cortes laterales efectuados con cuchillas finas, conforme se observa en la Figura 16B.

Para el llenado de los hoyos se debe usar primero la tierra de la capa superficial del suelo. Es decir, se invertirá la posición de las capas separadas con anterioridad; de tal manera que la capa superficial de mayor valor nutritivo vaya al fondo del hoyo y viceversa, (ver aplicación de fertilizantes al momento del trasplante) (Figura 16 C).

Se deberá siempre presionar la tierra, con el objeto de fijar la plántula y evitar bolsas de aire entre las raíces. Es preferible hacer un ligero aporque o montículo alrededor del tallo y no dejar una depresión.

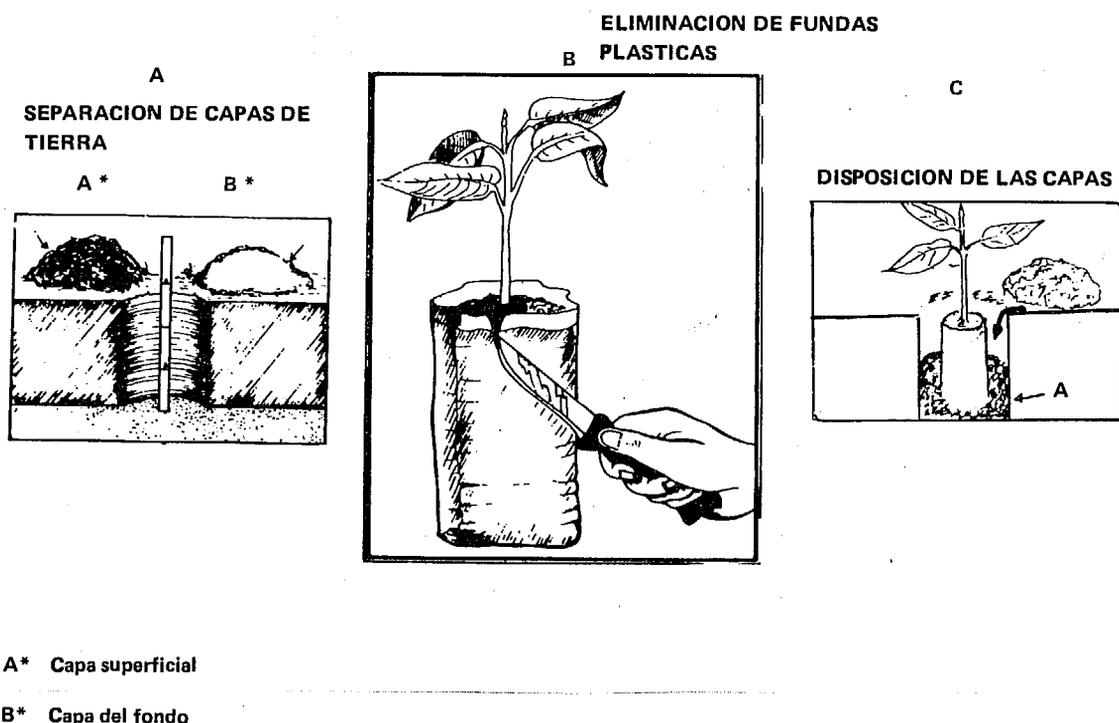


Figura 16. Algunas prácticas que aseguran un buen prendimiento. Se observa la separación de capas de tierra, eliminación de fundas e inversión de los montículos al momento de la siembra.

#### D. LITERATURA CONSULTADA

*ALARCON, H.* 1979. Manual de cafetero Colombiano. 4ta. ed. Manizales, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. p. 59-68.

*BRAUDEAU, J.* 1979. El Cacao; Técnicas Agrícolas y producciones tropicales. Trad. por A. Hernández. Barcelona, España. Blume p. 151-173.

*HARDY, F.* 1961. Manual de cacao; preparación del terreno y transplante. Turrialba. Costa Rica, IICA. p. 25-33.

*URQUHART, D.* 1963. Cacao trad. por J. Valerio. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. p. 65-84.

*LLANO, G. E.* 1947. Cultivo del cacao. Bogotá, Colombia. Ministerio de la Economía Nacional p. 42-44.

En los países cacaoteros donde se recibe alta energía del sol (4,5 a 7,3 horas/días de brillo solar) es muy necesario proporcionar sombra al cacao, bajo estas condiciones el sombreamiento ayuda al mantenimiento de un ambiente más constante. Pero, la faja ribereña costanera de nuestro país recibe menos energía del sol (2,0 a 2,9 horas/día de brillo solar), que la mayoría de los países cacaoteros y por lo tanto, el cacao no necesitaría de un sombreamiento denso como el existente en muchas de las plantaciones de la Zona Central. Aún más, en las zonas donde la cantidad de luz recibida es baja y la precipitación es alta, como Sto. Domingo, La Maná y Puerto Ila, se podría prescindir totalmente de la sombra (Figura 17).

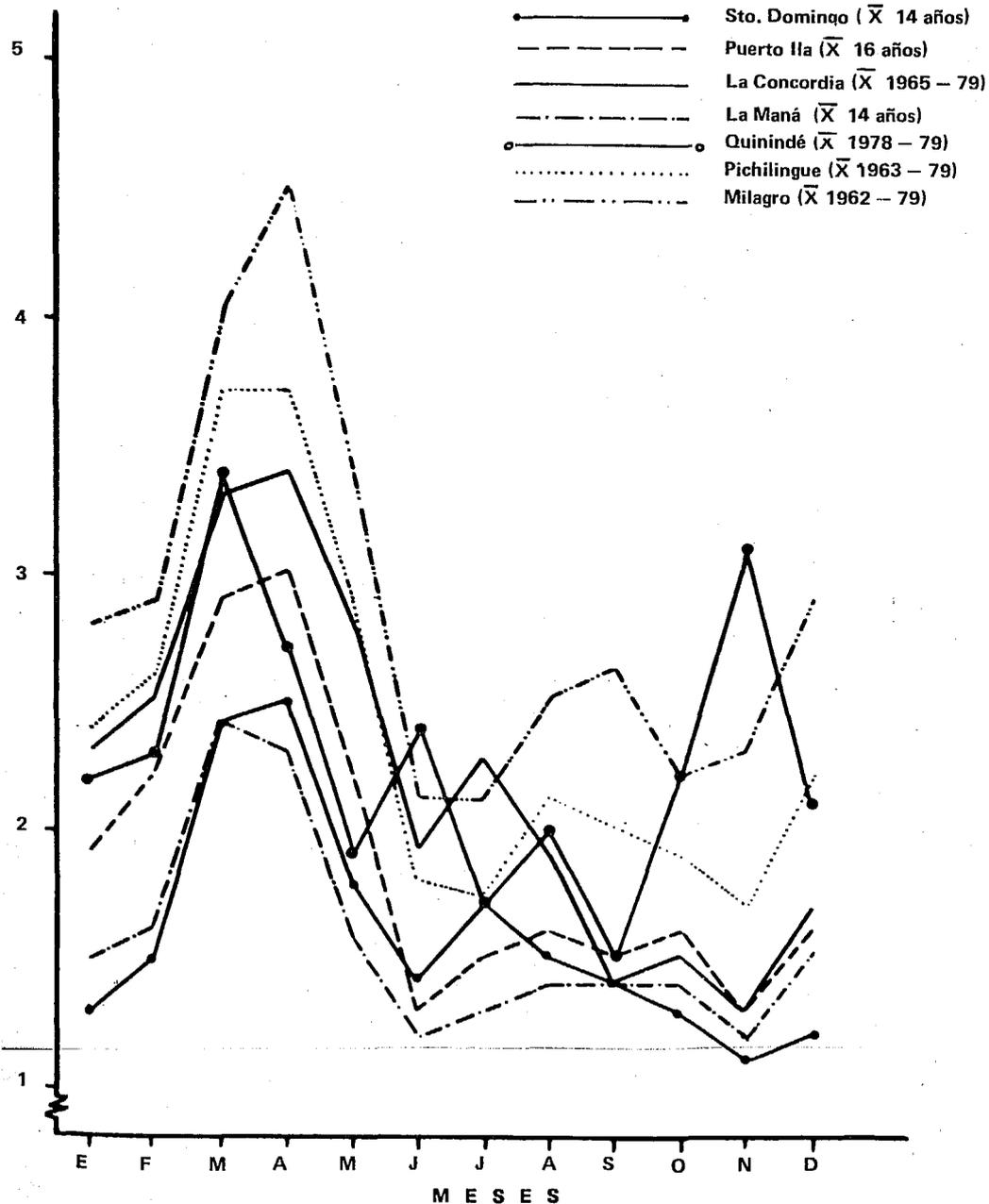
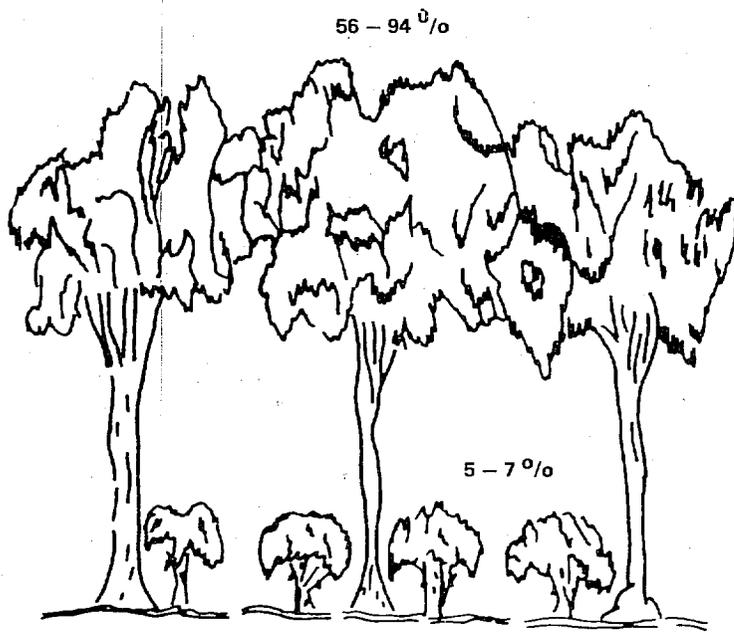
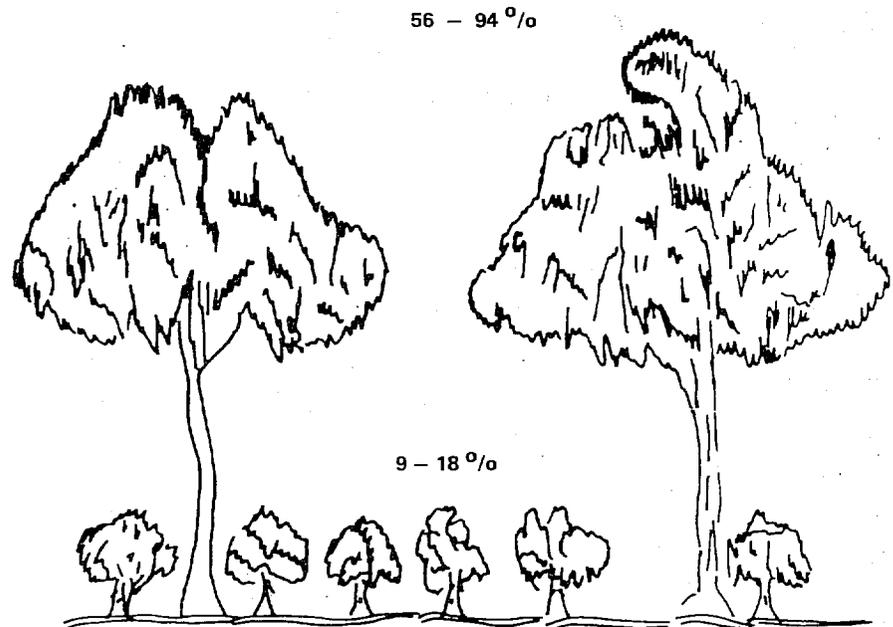


Figura 17. Distribución de la energía solar en algunas localidades cacaoteras del Litoral ecuatoriano.



A) Capas densas y compactas, con 218 árboles por hectárea, menos luz y más competencia.



B) Capas ligeras y anchas, con 31 árboles por hectárea, más luz y menos competencia.

Figura 18. Diferentes formas de sombreado según el tipo de la copa de los árboles

Sin embargo, cuando el cultivo se hace bajo sombra, se puede llegar a un equilibrio debido al natural recirculamiento de los elementos minerales y a la lenta descomposición de la materia orgánica. En cuanto a esto último, se recomienda preferentemente utilizar como sombra cierto tipo de leguminosas que presenten una buena proporción de deposición de hojas, ramas y flores, a fin de incrementar la acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo de la plantación. Complementariamente, estos árboles deben tener un sistema radicular profundo que extraiga nutrientes y agua de zonas del subsuelo donde no lleguen las raíces del cacao. Las leguminosas que mejor cumplen estas funciones son las que pertenecen a los géneros *Erythrina* e *Inga*.

Existe una competencia por nutrientes entre los árboles de sombra y cacao, sobre todo porque los árboles de sombra desarrollan un sistema radicular con mayores ramificaciones y a niveles inferiores del suelo. Sin embargo, su aporte a la capa superficial en forma de hojas, ramas, etc. y su posterior descomposición, producirá un saldo favorable para los árboles de cacao.

Es indudable que las partes vegetativas de los árboles de sombra que caen en el suelo, benefician al cultivo a través de sus contenidos en algunos nutrientes, en especial nitrógeno. Se ha llegado a determinar un aporte aproximado de 2.000 kg de hojarasca/año conteniendo 18,4 kg de nitrógeno y 1,8 kg de fósforo. Por otra parte, se menciona que las leguminosas del género *Erythrina* contienen en cuanto a nitrógeno, más del 4% en los nódulos de las raíces, del 2-3% en las hojas y del 3-6% en las flores, por lo tanto este hecho debería tomarse en cuenta para la selección de la especie de sombra definitiva, porque indiscutiblemente, las leguminosas traerán un beneficio extra a las plantas de cacao.

## B. FUNCIONES Y VENTAJAS DEL SOMBREAMIENTO

Entre las más importantes funciones de los árboles de sombra está la protección que dan a la materia orgánica en la capa superficial del suelo, contra los efectos del sol. Los troncos, ramas y hojas permiten mantener equilibrado el clima dentro de la plantación. En la mayoría de los casos, los árboles de sombra son deciduos y pierden sus hojas durante el tiempo seco, reduciendo así en forma efectiva la transpiración. Si no pierden las hojas, entonces una poda racional puede lograr resultados similares.

Si los árboles de sombra empleados son de un tipo de raíces especialmente profundas, continúa en cierto grado las funciones del bosque en lo que se refiere a acumulación de materia orgánica y aumenta el contenido de sustancias nutritivas en la superficie del suelo. Además, el sistema radicular del árbol de sombra ayuda a mejorar al suelo su capacidad de infiltración.

El sombreado definitivo es una práctica cuyas ventajas se resumen a continuación:

Proporcionar condiciones ambientales estables, sin oscilaciones bruscas y fuertes de temperatura, vientos y humedad.

Sin embargo, cuando el cultivo se hace bajo sombra, se puede llegar a un equilibrio debido al natural recirculamiento de los elementos minerales y a la lenta descomposición de la materia orgánica. En cuanto a esto último, se recomienda preferentemente utilizar como sombra cierto tipo de leguminosas que presenten una buena proporción de deposición de hojas, ramas y flores, a fin de incrementar la acumulación de materia orgánica en la superficie del suelo de la plantación. Complementariamente, estos árboles deben tener un sistema radicular profundo que extraiga nutrientes y agua de zonas del subsuelo donde no lleguen las raíces del cacao. Las leguminosas que mejor cumplen estas funciones son las que pertenecen a los géneros *Erythrina* e *Inga*.

Existe una competencia por nutrientes entre los árboles de sombra y cacao, sobre todo porque los árboles de sombra desarrollan un sistema radicular con mayores ramificaciones y a niveles inferiores del suelo. Sin embargo, su aporte a la capa superficial en forma de hojas, ramas, etc. y su posterior descomposición, producirá un saldo favorable para los árboles de cacao.

Es indudable que las partes vegetativas de los árboles de sombra que caen en el suelo, benefician al cultivo a través de sus contenidos en algunos nutrientes, en especial nitrógeno. Se ha llegado a determinar un aporte aproximado de 2.000 kg de hojarasca/año conteniendo 18,4 kg de nitrógeno y 1,8 kg de fósforo. Por otra parte, se menciona que las leguminosas del género *Erythrina* contienen en cuanto a nitrógeno, más del 4% en los nódulos de las raíces, del 2-3% en las hojas y del 3-6% en las flores, por lo tanto este hecho debería tomarse en cuenta para la selección de la especie de sombra definitiva, porque indiscutiblemente, las leguminosas traerán un beneficio extra a las plantas de cacao.

## B. FUNCIONES Y VENTAJAS DEL SOMBREAMIENTO

Entre las más importantes funciones de los árboles de sombra está la protección que dan a la materia orgánica en la capa superficial del suelo, contra los efectos del sol. Los troncos, ramas y hojas permiten mantener equilibrado el clima dentro de la plantación. En la mayoría de los casos, los árboles de sombra son deciduos y pierden sus hojas durante el tiempo seco, reduciendo así en forma efectiva la transpiración. Si no pierden las hojas, entonces una poda racional puede lograr resultados similares.

Si los árboles de sombra empleados son de un tipo de raíces especialmente profundas, continúa en cierto grado las funciones del bosque en lo que se refiere a acumulación de materia orgánica y aumenta el contenido de sustancias nutritivas en la superficie del suelo. Además, el sistema radicular del árbol de sombra ayuda a mejorar al suelo su capacidad de infiltración.

El sombreado definitivo es una práctica cuyas ventajas se resumen a continuación:

Proporcionar condiciones ambientales estables, sin oscilaciones bruscas y fuertes de temperatura, vientos y humedad.

- Proteger al cacao contra irradiaciones solares directas e intensas.
- Brindar protección contra la acción mecánica de los vientos.
- Proteger el suelo contra desgastes superficiales (erosión) y mantener una cobertura adicional a través de la reposición de materia orgánica.
- Proteger al cacao de ciertas plagas y enfermedades.
- Disminuir, tendiendo a eliminar, la ocurrencia de malas hierbas, principalmente las gramíneas, lo cual abarata los costos de producción.

### C. TIPOS DE SOMBRA

El cacao requiere para su normal desarrollo dos tipos de sombra: una inicial o provisional que proporciona sombra al cacao durante un período más o menos corto, dado por las plantas que van a estar en desarrollo hasta cuando las plantaciones crezcan lo suficiente para producir alto sombreamiento; y otra definitiva, para proteger el cacao durante toda su fase productiva.

#### 1. Sombra provisional

Sirve para protección de las plantas jóvenes de cacao, se puede utilizar plátano (*Musa paradisiaca*), banano (*Musa sapientum*), papaya (*Carica papaya* L.), higuera (*Ricinus comunis*), entre otras.

En el caso de emplearse cepas de banano o plátano que es la sombra provisional más común en el medio se debe eliminar, con un machete, todas las raíces y manchas negras hasta encontrar tejidos sano. Luego las cepas tendrán que ser tratadas químicamente para eliminar posibles larvas de insectos.

Es recomendable que a las plantas de cacao establecidas en el campo, se les proporcione sombra adecuada desde el momento del trasplante hasta que crezcan lo suficiente para producir autosombreamiento, o hasta que la sombra permanente se haya establecido completamente y dé una buena cobertura al cacao. Esto puede ocurrir aproximadamente al cuarto año de sembrada la plantación. A partir del tercer año se puede iniciar la eliminación de la sombra temporal, según el crecimiento y desarrollo de los árboles de sombra permanente.

#### 2. Sombra permanente

El sombreamiento definitivo proporciona protección a las plantas de cacao, durante toda su fase productiva, contra la acción directa de los vientos y de la radiación solar intensa, proporcionando condiciones ambientales más estables. Entre las especies más recomendadas se encuentran las pertenecientes a la familia de las legu-

Sin embargo, en nuestro país se da también la condición de prolongados períodos secos, que producen condiciones de tensión hídrica más difíciles de soportar a plena exposición solar, aún con la baja energía antes mencionada; en consecuencia, generalmente se recomienda usar árboles de sombra.

Los árboles con copas densas y compactas sembrados con alta densidad, interceptan hasta el 90% de la luz y por eso no son adecuadas para proporcionar sombra al cacao (Figura 18 A), debiendo seleccionarse aquellos que presenten una copa ligera y ancha con una cobertura de unos 6 a 10 m (Figura 18 B). Se destacan los géneros *Erythrina* e *Inga* dentro de la familia de las leguminosas; para el primero (bombom) se sugiere un distanciamiento de siembra de 24 x 24 m en cuadro, más un árbol diagonal, lo que proporcionaría un área de sombreado de 26%. Para el género *Inga* se recomienda un espaciamiento de 18 x 18 m en cuadro que, aproximadamente da un área de sombreado de 24%. Con esto se estaría garantizando el paso de luz necesaria para que el follaje de los árboles de cacao puedan realizar una fotosíntesis óptima.

## 2. Disponibilidad de agua

El cacao debe cultivarse idealmente donde la disponibilidad de humedad en el suelo no sea deficiente por más de dos o tres meses consecutivos. Sin embargo, algunos países cacaoteros como Trinidad y Ghana tienen una época seca que dura hasta cuatro meses; pero en el Ecuador este período crítico es de seis a siete meses.

En contraste con la mayoría de los países cacaoteros del mundo, nuestro país tiene condiciones climáticas diferentes, con épocas secas muy marcadas y prolongadas, con menos de 100 mm de lluvia (Figura 19). No obstante, estas condiciones no impiden cultivar cacao, probablemente porque prevalece un bajo nivel de radiación solar y evaporación atmosférica, que minimiza la evapotranspiración de las plantas.

Los árboles de sombra desempeñan un rol muy importante en cuanto a las relaciones hídricas del cacao cultivado bajo nuestras condiciones, en algunos lugares como Naranjal, Vinces, Machala y Chone, durante la época seca (Junio a Noviembre) existe una competencia por agua entre los árboles de sombra y cacao, produciéndose un déficit hídrico. Por lo tanto, en esta área y similares, un buen programa de riego ocasionaría beneficios lógicos para el cultivo. Contrariamente en la Zona Central, la alta capacidad de retención de humedad de los suelos, la baja temperatura de la época seca, la alta humedad ambiental de la zona y el efecto de protección de los árboles de sombra, hace que los árboles de cacao no se vean tan afectados por el déficit hídrico, al menos durante los primeros meses de la época.

La conclusión general es que, cuando la cantidad de agua en el suelo es adecuada (30 a 40% de humedad) y permanece constante a un nivel alto, mayor cantidad

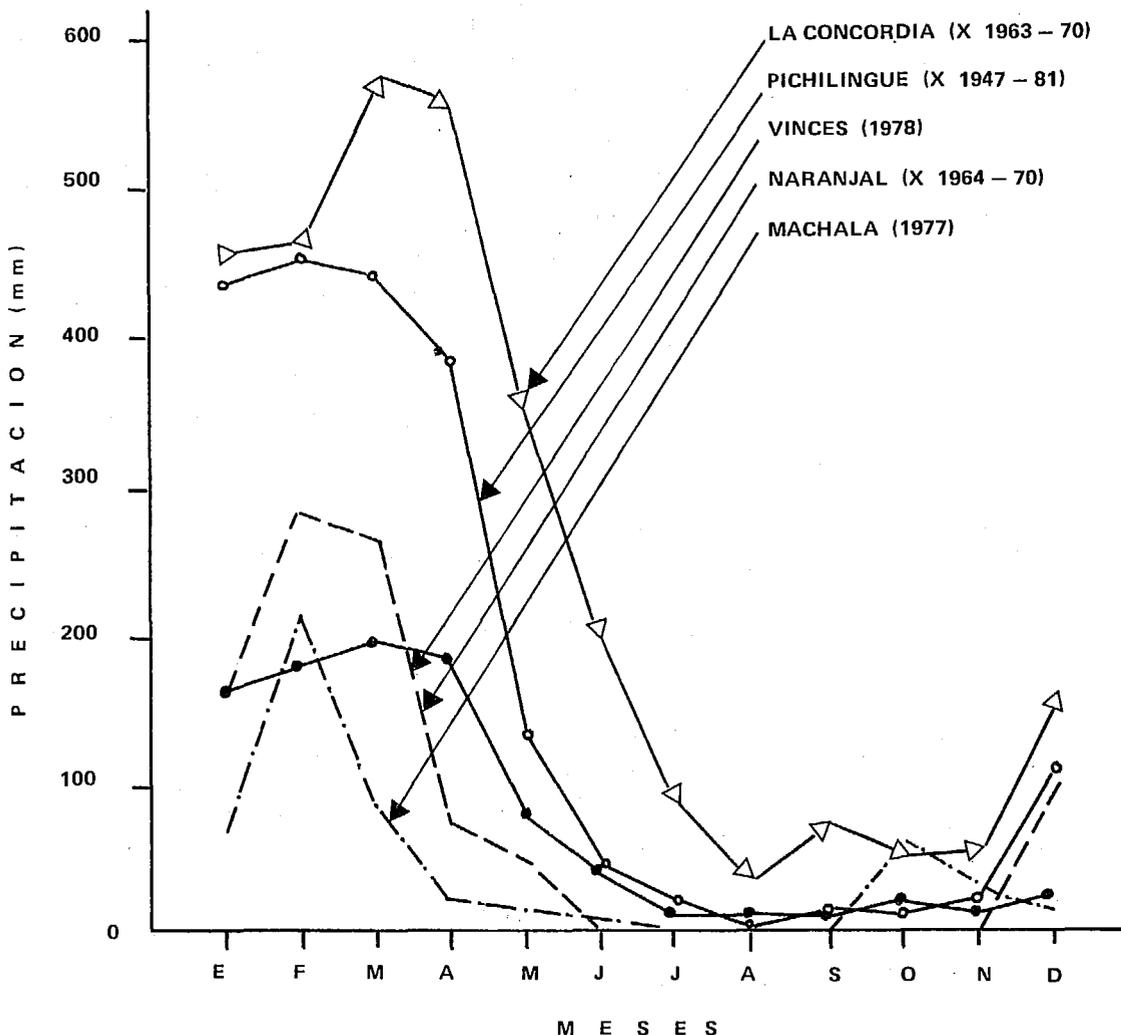


Figura 19. Distribución de la precipitación en varias localidades cacaoteras del Litoral ecuatoriano.

de agua es transpirada por los árboles de sombra que por los de cacao. Cuando los árboles de sombra alcanzan un desarrollo completo y comienzan a dejar caer ramas o cuando se defolían totalmente durante los períodos secos, dejan de proporcionar protección a los árboles de cacao, los cuales sufren a consecuencia de una excesiva transpiración, a menos que el suelo tenga una capacidad realmente alta y constante, para proporcionar humedad.

### 3. Disponibilidad de nutrientes

El cacao es muy exigente en cuanto a la fertilidad del suelo, por lo que es necesario corregir oportunamente cualquier deficiencia nutricional. Esto es más importante cuando es cultivado con muy poca sombra o a plena exposición solar.

minosas; Guabos de bejuco, machete, mico y de cajón (*Inga* spp.), bombón (*Erythrina* sp), sembrados a 24 x 24 m en cuadro y palo prieto (*Erythrina* sp.) que se recomienda sembrar a una distancia de 30 x 30 m.

#### D. CARACTERISTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS ARBOLES PARA SOMBRA PERMANENTE.

Generalmente una sola especie arbórea rara vez reúne todas las características deseables o atributos que debería tener el árbol ideal de sombra del cacao. A continuación, se describen algunas características que pueden ser de utilidad en la elección del árbol que servirá para dar sombra al cacao.

El árbol de sombra debe tener una copa ligera y extendida, de manera que la estructura foliar permite filtrar más de 30% de luz. Además, su altura debe ser mayor de 18 metros para que proporcione una copa alta y permita la ventilación.

Se deben preferir las especies leguminosas, porque éstas fijan nitrógeno al suelo. Sin embargo, no es necesario circunscribir la selección de árboles de sombra alta a las leguminosas, si entre ellas no se dispone de un tipo adecuado.

Deben ser fáciles de manipular y adaptables a las condiciones del cultivo.

#### E. ESPECIES UTILIZADAS COMO SOMBRA PERMANENTE DEL CACAO

En las plantaciones de cacao de nuestro medio se hallan presentes como especies de sombras, además de las sembradas por el agricultor aquellas que crecen espontáneamente o se ha respetado su sobrevivencia entre los árboles de cacao. En un estudio efectuado por el Programa de Cacao de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, se encontró 43 especies entre frutales y maderables que predominan en la zona y son los siguientes: Guabo (*Inga* spp., 22%), Laurel (*Cordia alliodora*, 14%), Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*, 12%), Aguacate (*Persea americana*, 12%), Naranja (*Citrus sinensis*, 5%) y el resto lo constituyen especies con porcentajes muy bajos.

A continuación se realiza una descripción de las especies más apropiadas para la sombra permanente del cacao, con sus características y limitaciones más sobresalientes.

##### 1. El género *Erythrina*

Este género pertenece a la familia Papilionacea, es comúnmente usado en los cacao-tales de toda América. En general, su reproducción puede ser efectuada por vía sexual o asexual.

*Erythrina glauca* L. (Palo prieto), Su desarrollo es rápido, a los cinco años tiene unos ocho metros de altura y su copa, compacta, alcanza 10 m de diámetro. Puede ser sembrado por semilla o estacas "nacederas" de 1,50 m de largo x 5 cm de diá-

metro. Debido a lo compacto de la copa esta especie para proporcionar una sombra óptima, debe ser podada frecuentemente o sembrada a distancias de 30 x 30 m en cuadro.

Florece a los seis años, perdiendo gran parte de su follaje a los dos o tres años si se siembran por estacas; este fenómeno se presenta en época seca y la caída de las hojas ocurre generalmente durante los meses de Julio a Octubre. El árbol en estado adulto puede alcanzar una altura superior a los 18 m.

*Erythrina peoppigiana* (Bombón). Del grupo de las Erythrinas, para sembrío del cacao, es bastante utilizada.

Se la puede sembrar a una distancia de 12 x 12 m en cuadro y bajo estas condiciones permite al cacao un 30% de luz. El fuste está cubierto por espinas lo que dificultaría las podas. No resisten vientos fuertes y sus ramas son quebradizas. Pierde la mayor parte de sus hojas durante la época seca, las cuales contienen un 4% de nitrógeno que incorpora al suelo. Puede ser sembrado por semillas o estacas de 1,50-1,60 m de largo x 6-8 cm de diámetro.

## 2. El género Inga

El género *Inga* (Guabo), es originario del Amazonas y es considerado como la mejor de las leguminosas que se pueden usar como sombra, debido a la estructura foliar que presenta y otras características que la hace apreciable. Su reproducción se hace por semilla solamente.

*Inga edulis* Mart. (Guabo de bejuco). El árbol alcanza una altura aproximada sobre los 10 m. Sus hojas se componen de 10 folíolos; con relación a sus ramas, éstas se hallan bien distribuídas, teniendo la forma de un parasol, su copa de cobertura mediana, alcanza un diámetro de 10 m. El fruto es una vaina aterciopelada, estriada, ferrujinosa y de longitud variable, pudiendo llegar hasta 80 centímetros.

Proporciona buena sombra desde los 3 años, sus hojas caen durante todo el año, aportando abundante materia orgánica al suelo.

*Inga spectabilis* (Vahl) Will. (Guabo de machete). Arbol que alcanza aproximadamente 10 m de altura. Sus hojas constan de 4 a 6 folíolos, provistos de raquis alado. El fruto es oblongo-lineado, brillante y globoso, aproximadamente mide 70 x 8 x 5 cm, de largo, ancho y espesor, respectivamente.

La estructura de su copa es mediana y requiere de podas en las ramas bajas. Permite pasar más de 25% de luz. Cultivado como sombra para café y cacao. Su distribución comprende desde México a Ecuador. Su distancia de siembra puede ser de 18 x 18 m en cuadro.

### 3. El género *Cordia*

La especie más común de este género es *Cordia alliodora* (Laurel). Es una especie maderable, frecuente en bosques secundarios. Crece bien en zonas hasta los 900 msnm en la región tropical. Se halla mezclado con otros árboles de sombra en cafetales y cacaotales. Debido a esta estructura foliar mediana y copa angosta no se vuelcan. Esta especie a más de su valor comercial como madera presenta algunas ventajas que le hacen muy prometedoras como árbol de sombra: crecimiento rápido, tronco recto, sistema radical aparentemente profundo, la copa ocupa poco espacio y con una alta producción de hojas, se autopoda, eliminando ramas viejas.

### 4. El género *Triplaris*

*Triplaris guayaquilensis* (Fernán Sánchez). Es una especie maderable que alcanza una altura aproximada de 25 a 30 m. La forma de su copa es de tipo cerrada y pequeña, sus hojas son unifoliales, presentan una mayor deposición de sus partes foliares durante los meses de Agosto a Septiembre.

### 5. Frutales

En los últimos años se ha dado énfasis en sacarle provecho a la sombra, sembrando algunos de los árboles frutales que se mencionan a continuación.

*Persea americana* (Aguacate). Asociación común. Su sombra es densa pero portadora de insectos. Árbol de 10-15 m, es una especie frutal de todo el intertrópico americano, cálido y templado.

*Matisia cordata* H. et B. (Zapote). Se encuentra frecuentemente en las plantaciones de cacao. Crece silvestre o se planta de semilla en los climas calientes, hasta los 1.200 msnm. Es un hermoso árbol de hojas y ramas verticiladas de a cinco. Tiene el inconveniente de ser muy atacado por larvas e insectos.

*Colacarpum mammosum* (L). Pierre. (Mamey colorado). Aparentemente bueno como sombra. Alcanza una altura de 30 metros, su tronco es madera de excelente calidad.

*Chrysophillum caitito* L. (Cauge). Es uno de los árboles más bellos que existen, produce látex que sirve para fabricar gutapercha. Alcanza hasta 10 metros de altura con un tronco blanquecino, las ramas son densas, delgadas, flexibles y péndulas.

Además de las especies indicadas, se ha encontrado que las especies frutales *Cocos nucifera* L. (Cocoteros), *Citrus aurantium* L., subespecie sinensis (Naranja dulce), *Citrus aurantium* L., sub-especie amara (Naranja agrio), *Citrus nobilia* Loureiro (Mandarina), proporcionan una sombra aceptable durante los primeros años del cacao y un ingreso económico adicional. Sin embargo, no se los debe considerar sombra propiamente, sino más bien cultivo asociado al cacao.

Algunas de las especies antes nombradas, son muy comunes en las huertas, pero no son adecuadas para sombra, como el laurel que tiene una copa muy estrecha; o el naranjo y el cauje cuya altura es igual a la del cacao y por lo tanto competirán por espacio.

#### F. LITERATURA CONSULTADA

- ALVIM, P. de T.* 1959. El problema del sombreamiento del cacao desde el punto de vista fisiológico. *In* Conferencia Interamericana de Cacao, 7a. 13-19 de julio de 1958. Palmira, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1958. pp: 294-303.
- , 1966. Problema de sombreamiento do cacauero. *Cacau Atualidades* (Brasil). 3(2): 2-5.
- BORBOR, F.O.* 1976. Estudio preliminar de la clasificación, distribución y efectos de los árboles de sombra en fincas cacaoteras de la zona de Quevedo. Tesis Ing. Agr., Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 64 p.
- BRAUDEAU, J.* 1970. El cacao. Traducción del francés por Angel M. Hernández C. Barcelona, Blume. pp. 51-63.
- DODSON, CH, y GENTLEY, A. H.* 1978. Flora of the Rio Palenque Science Center Selbyana. 4(1-6): 387.
- HARDY, F.* ed. Manual de Cacao 1961. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. pp. 28.
- HOLLIDAY, PAUL.* 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge. University Press, London. pp. 55-56.
- MARTINEZ, A. y ENRIQUEZ, G.* 1981. La sombra para el cacao. Turrialba, Costa Rica. CATIE, Boletín Técnico No. 5. 93 p.
- URQUHART, D.H.* 1962. Cacao. Traducido del inglés por Juvenal Valerio. Turrialba, Costa Rica. IICA. 322 p.

## VIII. LAS MALEZAS DEL CACAO Y SU CONTROL

Fausto Venegas R.

En algunos casos las condiciones predominantes en un huerto de cacao son favorables para la incidencia y el crecimiento de malezas, lo que se refleja en continuas desyerbas que encarecen los costos del cultivo, disminuyen su vigor, dificultan las labores agrícolas y pueden ser hospederas de enfermedades y plagas.

Conforme crece la planta de cacao, el problema de malezas va disminuyendo por efectos del sombreado, hasta desaparecer en plantaciones adultas.

Por estudios realizados en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue", se ha determinado que el cacao, para su normal desarrollo en los tres primeros años de establecimiento, necesita de 6 a 10 desyerbas por año, las cuales muchas veces no se pueden efectuar por la escasez de mano de obra y lo costoso que resulta su empleo.

El control de malezas se realiza mediante dos métodos: mecánico con machete (sistema de chapia o roza manual) dejando la maleza distribuida en el suelo y químico con la aplicación de herbicidas. La integración de los dos métodos es una buena alternativa de control.

### A. CONTROL MECANICO

Se ha determinado que durante los dos primeros años de establecimiento, son necesarias 6 a 10 deshierbas al año. Al tercero y cuarto año, se requiere dos a cuatro y del quinto año en adelante apenas una o dos deshierbas, si es que se ha conseguido una buena formación de "copa" cerrada en la huerta. Los valores antes mencionados dependen de la forma como queda distribuida la maleza en el lote, después del corte. Se requieren menos rozas cuando la maleza se deja regada en toda el área del cultivo formando una cobertura vegetal.

Cuando se emplea el método mecánico no es conveniente rozar las malezas a ras del suelo, dejándolo descubierto. Estudios conducidos en cacao adulto en la zona de Quevedo, han demostrado que después de cinco meses de aplicar prácticas de control de malezas, la roza alta permitió que los árboles tengan mayor porcentaje de raicillas vivas (Cuadro 3).

### B. CONTROL QUIMICO

Con el uso de herbicidas es posible mantener los huertos limpios por más tiempo, a la vez se reduce el empleo de mano de obra y se facilita la realización de otras labores como controles fitosanitarios y podas de mantenimiento.

Cuadro 3. Porcentaje de supervivencia de raicillas de cacao después de la ejecución de algunas labores culturales. Pichilingue, 1976.

TRATAMIENTO	LOCALIDADES 1/	
	La Isla PICHILINGUE	Hda. Santa Pricia QUEVEDO
T 1 Aplicación de herbicidas	84,85 b	87,09 a 2/
T 2 Roza alta	89,88 a	89,90 a
T 3 Roza baja	84,03 b	82,98 b
T 0 Testigo (mulch)	84,88 b	81,72 b

1/ En base a tres muestreos.

2/ Los promedios con iguales letras no difieren estadísticamente al nivel del 0,05 de probabilidades, según la prueba de Duncan.

Para utilizar productos químicos adecuadamente, es necesario primero revisar la plantación a tratarse y determinar el tipo de malezas presentes. En el Cuadro 4 se da un listado de las más comunes en la zona central. Para fines prácticos, basta precisar si se trata de malezas de hoja angosta o gramíneas ("paja") y de hoja ancha ("monte").

Durante los dos primeros años de establecimiento se requiere de tres a cuatro aplicaciones de herbicidas por año, cuando se usan mezclas de herbicidas de efectos PREEMERGENTES (residuales) y POSTEMERGENTES (quemantes o sistémicos).

A partir del tercer año de establecimiento, el número de aplicaciones disminuye, limitándose a aplicaciones localizadas o "mancheos" en los sitios donde existen malezas, disminuyendo los costos de producción. El cultivo ya establecido se provee de suficiente sombra, lo que impide el paso de la luz hacia el suelo y con ello la germinación de semillas.

Debido a que en los huertos generalmente se encuentra una mezcla de malezas de diferentes tipos, los resultados de las investigaciones sobre el efecto realizadas en Pichilingue permite recomendar el uso en sucesión de las siguientes combinaciones:

Cuadro 4. Malezas—problema, comunes en cacaotales del Ecuador.

Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida	Propagación
GRAMINEAS			
<i>Panicum maximun</i>	saboya	perenne	Sexual y asexual
<i>Panicum fassiculatum</i>	paja colorada	anual	sexual
<i>Digitaria sanguinalis</i>	guarda rocío	anual	sexual y asexual
<i>Cynodon dactilon</i>	bermuda	perenne	”
<i>Paspalum conjugatum</i>	orqueta	perenne	”
<i>Paspalum paniculatum</i>	paja brava	perenne	”
<i>Eleusine índice</i>	paja de burro	anual	”
HOJA ANCHA			
<i>Amaranthus spp.</i>	bledo	anual	sexual
<i>Jatropha urena</i>	ortiga	perenne	sexual y asexual
<i>Momordica charantia</i>	achocha	anual	sexual
<i>Ipomea spp.</i>	betilla	anual	sexual y asexual
<i>Sida spp.</i>	escoba	anual o perenne	sexual y asexual
<i>Xanthosoma sp.</i>	camacho	perenne	sexual y asexual
<i>Thalia geniculata</i>	platanillo	perenne	asexual

1a. Aplicación: Dalapón + Diurón o Dalapón + 2,4-D (a)

2a. Aplicación: Prometrina + Fluazifop o Diurón más Fluazifop

3a. Aplicación: Fluazifop

Es importante agregar un surfactante, detergente o esparcidor, utilizando las cantidades que indica la etiqueta.

Hay que evitar hacer aplicaciones sucesivas del mismo herbicida en un lote, sobre todo cuando se aplica Diurón.

En caso de ser necesario una 4a. aplicación se puede emplear cualesquiera de los productos citados. Las dosis, concentración y demás detalles de los herbicidas se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Herbicidas, dosis y época de aplicación para controlar malezas en cacao.

Herbicidas	Concentración	Dosis * P.C./ha	Cant./bomba de 20 lts	Malezas que controla	Epoca de aplic. **	Observaciones ***
Dalapón	75 ‰	10,0 kg	250 g	Gramíneas de tipo anual y perenne.	Pre y Post-emergente	La dosis debe dividirse en dos partes, aplicándose con intervalos de 8 a 12 días.
Diurón	80 ‰	2,0 kg 2,5 kg	100 g 125 g	Hoja ancha y gramíneas anuales y perennes.	Pre y Post-emergente	La 1a. dosis se recomienda para cultivos hasta de 2 años y la segunda para más de 2 años.
Prometrina	50 ‰ 80 ‰	2,0 kg 1,25 kg	100 g 63 g	Hoja ancha y gramíneas anuales.	Pre y post-emergentes.	
2,4-D amina	360 g/l 400 g/l 480 g/l 720 g/l	2,0 l 1,8 l 1,5 l 1,01 l	100 cc 90 cc 75 cc 50 cc	Hoja ancha	Postemergente	
X Paraquat	240 g/l	2,0 l	100 cc	Hoja ancha y gramínea.	Postemergente	

\* p.c. producto comercial; kg kilogramo; g gramos; l litro; cc centímetros cúbicos

\*\* Aplicaciones dirigidas, evitando tocar el cultivo

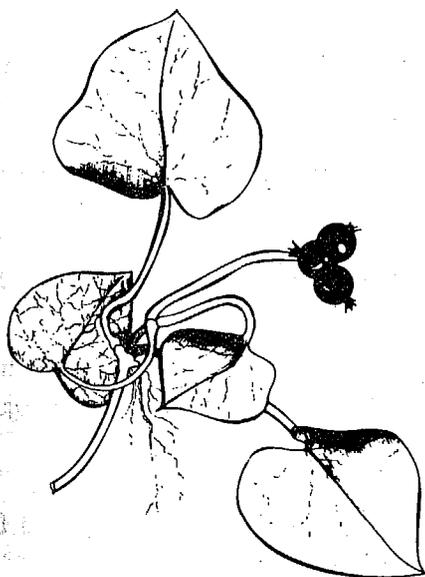
\*\*\* Es importante agregar un surfactante, detergente o esparcidor, utilizando las cantidades que indica la etiqueta.

Para mayor información, consultar al Departamento de malezas de las Estaciones del INIAP.

Es necesario tener en cuenta, que antes de realizar la primera aplicación de herbicidas es necesario realizar una roza o "chapia" general. Cuando se observa el rebrote de las malezas, es el momento oportuno de aplicar el químico, en la seguridad que se obtendrá el control deseado.

Como se indicó en párrafos anteriores, a partir del tercer año de establecimiento, el número de rozas o aplicaciones de herbicidas disminuye. La presencia de malezas de crecimiento rastrero (Figura 20) como *Geophila macropada* (orejilla) y *Dirimaria cordata* (tripa de pollo), que tiene un sistema radicular muy superficial y que se desarrollan sobre materiales vegetativos en descomposición (hojas, ramas, troncos, etc), no producen efecto negativo al cultivo y mas bien protegen al suelo de la erosión y ayudan a conservar la humedad del mismo.

En plantaciones establecidas, donde el problema de malezas queda circunscrito a bordes y "fallas" interiores éstas no tienen efectos negativos directos en la producción. Deben ser eliminadas principalmente por razones sanitarias pues favorecen la presencia de plagas y enfermedades. En estos casos se recomienda aplicar de forma localizada, una o dos veces al año la mezcla Dalapón + Diurón.



A. *Geophila macropada* (orejilla)



B. *Dirimaria cordata* (tripa de pollo)

### C. MALEZAS PARASITAS

En el Cuadro 6, se mencionan también las malezas parásitas que se han encontrado en el país, las cuales son más comunes en lugares de alta humedad y plantaciones sin manejo.

Estas plantas parásitas se alimentan de la sabia del cacao mediante haustorios y raicilla debilitando el árbol a expensas del cual crecen y se reproducen, llegándolo a cubrir totalmente. Los pájaros son los agentes de propagación llevando las semillas en el tracto intestinal o adheridas en pico y patas.

El control es muy difícil por medios químicos, por cuanto no se conoce aún productos selectivos. La mejor recomendación es no dejarla reproducir, cortándola antes de que florezca.

Cuadro 6. Malezas parásitas encontradas en plantaciones de cacao en el Ecuador.

Nombre científico	Nombre vulgar	ciclo de vida	Propagación
<i>Poradendrum longiarticulatum</i>	hierba pajarito	bianual	sexual
<i>Poradendrum sulfaratum</i>	" "	bianual	"
<i>Phthirusa marítima</i>	" "	bianual	"
<i>Viscum</i> sp.	muérdago	anual	"
<i>Philodendrum panduriforme</i>	camachillo trepador	perenne	sexual y asexual

### D. LITERATURA CONSULTADA

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** 1976. Informe Técnico, 1975. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Malezas. pp. 148-153. Mimeografiado.

-----, 1978. Informe Técnico 1977. Quevedo, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo No. 99 8 p.

**VENEGAS, R. F.,** 1978 Controle las malezas en cacao. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo No. 99 8p.

**VENEGAS F. y MUÑOZ, R. F.,** 1982. Malezas tropicales del Litoral ecuatoriano. Quevedo Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica No. 17 p.

-----, 1982. Como controlar las malezas. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Comunicación Técnica No. 10. 20 p.

## IX PODA

*Jaime Vera B.*

*Manuel Moreira D.*

La poda es una práctica de cultivo que consiste en suprimir algunas ramas para dar al árbol una estructura aérea balanceada, estimular la emisión brotes, flores y por consiguiente de frutos.

Estudios realizados en diversos Centros de Investigación de Cacao y particularmente los resultados obtenidos en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), han demostrado que el árbol de cacao necesita ser podado metódicamente desde su primera fase de crecimiento, con el fin de darle buena conformación y mantenerlo en mejores condiciones de producir durante su vida.

La práctica de la poda tiene los siguientes objetivos:

- Estimular el desarrollo de ramas primarias para equilibrar la arquitectura foliar.
- Formar un tronco recto y de mediana altura.
- Regular la entrada de luz y aire necesario para que el árbol cumpla sus funciones.
- Facilitar otras labores culturales.

En general para realizar la poda se requiere de tijeras y sierra de mano, tijeras de mango largo, formol comercial al 40% para desinfección de herramientas y pintura protectora de heridas (alquitrán o pasta fungicida), baldes plásticos y brochas.

Se debe evitar las heridas innecesarias de tal manera que, si se utiliza las tijeras, se efectúe un corte sin desprendimiento de corteza y, si se utiliza el serrucho para eliminar ramas gruesas, es recomendable hacer un corte guía en la parte inferior de la rama, para evitar desgarrar de corteza al realizar el corte de las mismas.

Existen cuatro tipos de podas en cacao, la de formación, mantenimiento, fitosanitaria y de rehabilitación.

### A. PODA DE FORMACION

La poda de formación tiene por finalidad favorecer el crecimiento del árbol y consiste en equilibrar el sistema aéreo de las plantas en desarrollo, mediante el corte de ramas innecesarias del interior de la copa y chupones basales.

Cada planta es un caso específico; este tipo de poda es diferente según se trate de plantas reproducidas sexualmente o por semilla, como es el híbrido, o asexualmente como el clon o "cacao de ramilla".

### 1. En material híbrido

En las plantas híbridas la poda de formación debe ser realizada a partir del primer año de crecimiento en el campo, edad en que generalmente emite de 3 a 6 ramas, las cuales forman el "molinillo", horqueta o verticilo. Es necesario podar dejando de 3 a 4 ramas vigorosas y convenientemente ubicadas, que constituirán la futura estructura de la planta (Figura 21).

Posteriormente se procederá a dejar uno o dos pisos, eliminando todos los brotes ortotrópicos o chupones, que dan lugar a más pisos (Figura 21). Si la altura del primer molinillo es muy baja y la longitud de las ramas es corta y de crecimiento plagiotrópico se puede permitir el crecimiento del mejor chupón que se origine en la parte inferior de la orqueta para obtener una altura adecuada (2o. piso).

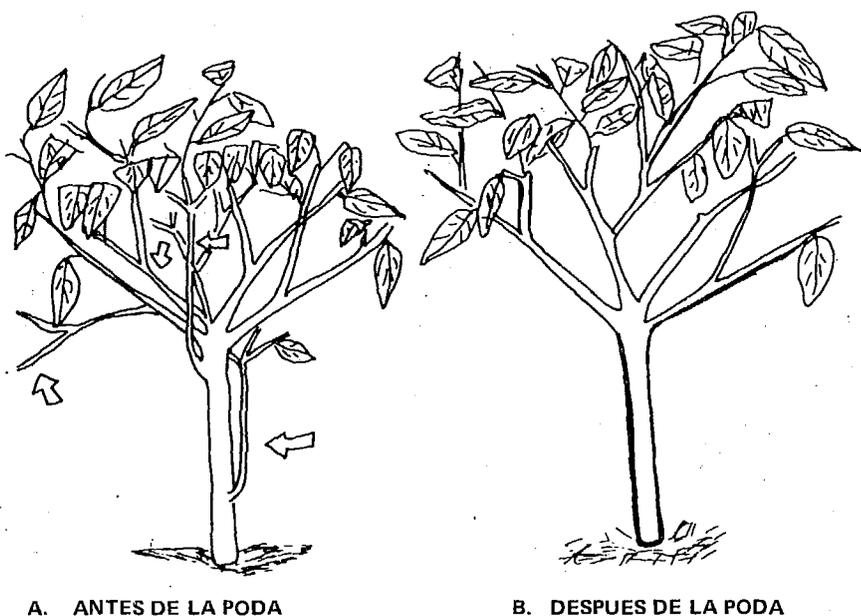


Figura 21. Poda de formación en cacao proveniente de semilla. Las flechas indican las ramas que deben ser podadas.

### 2. En material clonal

Es necesario efectuar las podas de formación en cacao clonal entre 1,5 a 2 años de crecimiento en el campo. Por tratarse de un material proveniente de ramas plagiotrópicas (laterales), este material requiere cuidados permanentes, debiendo eliminarse aquellas que tienen un crecimiento con tendencia horizontal. En algunos casos se debe apuntalar las ramas con caña guadúa o estacas apropiadas (Figura 22).

De ser posible, se debe dejar crecer el chupón que nazca al nivel del suelo el cual una vez desarrollado, emitirá también su verticilo y correspondiente raíz pivotar

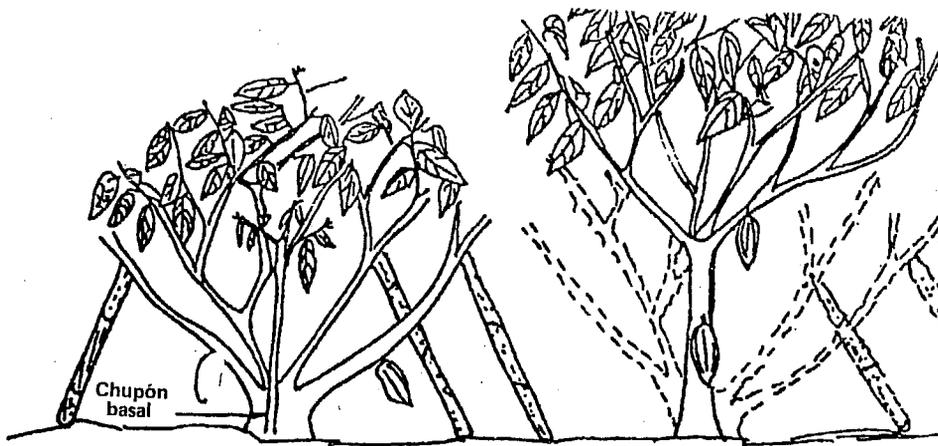


Figura 22. Poda de formación y mantenimiento en cacao clonal. Se observa el reemplazamiento de la armazón original por un chupón basal en un proceso a mediano o largo plazo.

## B. PODA DE MANTENIMIENTO

Esta clase de poda tiende a mantener la forma del árbol, dar suficiente luz y aereación en todo el follaje. Mediante esta poda se procede a la eliminación de chupones, se entresaca las ramas mal formadas, improductivas o secas del interior de la copa, así como también las ramillas conocidas como "plumillas".

La finalidad de esta poda es "ralear" la copa por la eliminación de ramas sombreadas, y no abrir espacios entre los árboles como equivocadamente se practica en la mayoría de las plantaciones (Figura 23).

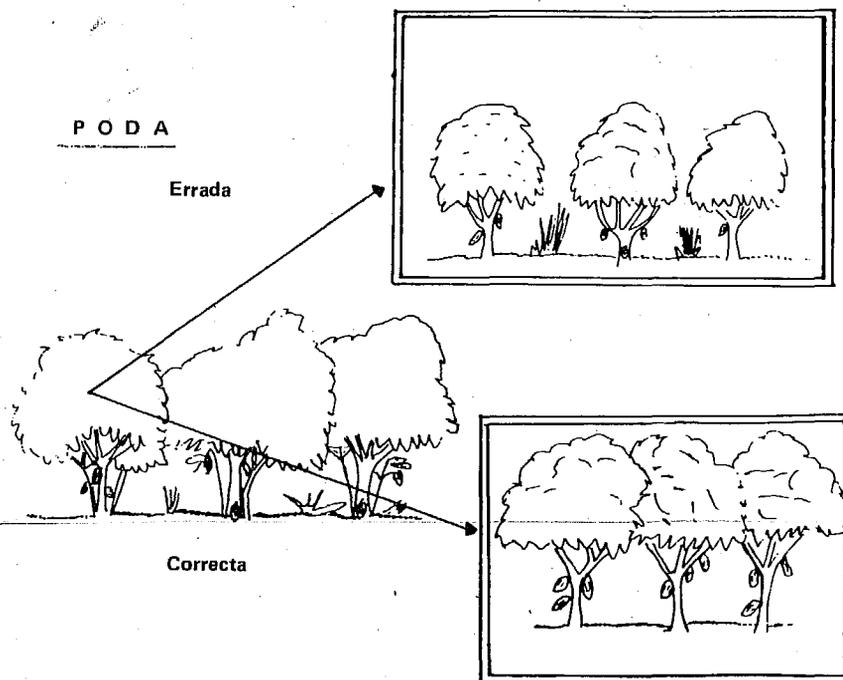


Figura 23. Formación de "copa cerrada" según principio fundamental de la poda racional del cacao, según P. de T. Alvim, 1964.

Una vez que el cacao ha alcanzado un desarrollo suficiente para evitar la aparición de las malezas en el suelo, se debe evitar que después, la superficie foliar crezca indefinidamente, pues eso conduce a reducir la fotosíntesis de las hojas situadas en el interior de la copa.

### C. PODA FITOSANITARIA

Consiste en la eliminación de las partes del follaje y ramas que hayan sido afectadas por "escoba de bruja", insectos y otras causas. Además, deben eliminarse las mazorcas infectadas y las plantas parásitas que crecen en la copa del árbol.

### D. PODA DE REHABILITACION O REGENERACION

Esta poda se debe realizar en huertos viejos e improductivos y consiste en eliminar abundante follaje y ramas, con el fin de que la planta emita nuevas ramas o chupones basales.

En este último caso se selecciona uno para dar formación a un nuevo árbol. En nuestras huertas es justificada esta clase de poda si el árbol que se desea regenerar es buen productor, de no ser así, es mejor proceder a la renovación del huerto con material mejorado. En el Capítulo XIII, se describe detalladamente este aspecto.

### E. INTENSIDAD DE LA PODA

Un estudio conducido durante 10 años en la Estación Experimental Pichilingue, empleando clones a los cuales se aplicó cuatro tipos de poda, demostró que las podas ligera y fitosanitaria resultaron las mejores por los mayores rendimientos logrados, conforme consta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rendimiento en kg/ha de cacao seco en tres clones de cacao sometidos a diferentes tipos de podas (resumen de 10 años de estudio).

Clon	Tipos de poda			
	Ligera	Fuerte	Muy Fuerte	Fitosanitaria
EET - 48	1.512	333	200	810
EET - 162	702	507	472	729
EET - 212	555	569	360	589
Promedio	923	478	343	707

Se recomienda realizar una o dos podas ligeras de mantenimiento al año como mínimo, la segunda de las cuales se combinaría con la poda fitosanitaria. Si estas labores no se ejecutan periódicamente, serán más costosas y lentas cuando se realizan esporádicamente. La época más apropiada para realizar la poda de mantenimiento y fitosanitaria es durante la época seca, debiendo realizarlas anualmente.

## F. DESCHUPONAMIENTO

La práctica de deschuponamiento consiste en la remoción de los denominados "chupones" que son brotes indeseables, que compiten con el crecimiento y desarrollo de la planta y alteran su arquitectura. Es aconsejable efectuar esta labor en cada cosecha manualmente, cuando el chupón está aún tierno, a fin de evitar el uso de herramientas y causar heridas al árbol.

## G. LITERATURA CONSULTADA

*ALVIM, P. de T.* 1964. A poda racional do cacauero. *Cacau Atualidades (Brasil)*. 1(1): 4-5.

*CABANILLA, H.* 1968. La poda en el cacao. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. s.n.t. 4p. (sin publicar).

*ERICKSON, A. L.* 1957. La poda. In *Manual de cacao* compilado y editado por Frederick Hardy. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. pp. 186-192.

*ENRIQUEZ, G.* 1970. Boletín de cacao. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo No. 04. 39 p.

*MORENO, L. J.; ZULETA, L. y LAURENT, A.* 1968. *Manual para el cultivo del cacao*. Medellín, Colombia, Compañía Nacional de Chocolate. 127 p.

## X. SUELOS Y FERTILIZANTES

*Francisco Mite V.*

*Nelson Motato A.*

### A. SUELOS PARA CACAO

En nuestro país el cacao se encuentra distribuido en gran número de provincias, abarcando una amplia diversidad de tipos de suelo. Así, en Esmeraldas, Los Ríos y Guayas, el cultivo está ubicado en las riberas bajas de los valles, donde predominan suelos aluviales que corresponden al orden de los Entisoles y en áreas de depósitos de cenizas volcánicas que se clasifican como Inceptisoles. En El Oro, en suelos de los órdenes Inceptisoles y Entisoles. En Manabí a más de estos dos últimos, también se encuentra cacao sobre Molisoles.

En las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes (Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Cañar y Azuay), una importante zona cacaotera se encuentra influenciada por suelos denominados Inceptisoles.

El cacao de la Región Oriental o Amazónica está ubicado en llanuras, valles y colinas de las provincias de Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, cuyos suelos corresponden a material joven de origen volcánico, clasificados como Alfisoles e Inceptisoles y material más meteorizado de suelos conocidos como Ultisoles.

Para que un suelo ofrezca condiciones óptimas para establecer una plantación de cacao debe reunir las siguientes características: estructura altamente porosa, que permita la infiltración y percolación rápida del agua, así como una adecuada aereación y fácil penetración de las raíces. La textura puede variar de arcillosa-agregada hasta franco-arenosa; profundidad efectiva de enraizamiento no menor de 1,5 m; consistencia suave, suelta y grumosa; se ha podido observar cultivos de cacao desarrollarse adecuadamente en suelos con pH que van de 5,5 a 7,5; debe poseer una alta capacidad de almacenamiento de agua, especialmente si las lluvias son escasas y de distribución irregular durante el año.

El cacao se desarrolla mejor en suelos bien provistos de materia orgánica, de allí que es recomendable mantener su fertilidad natural. La distribución uniforme de hojarasca, cascarones de mazorcas, etc. que se producen en la huerta es una buena práctica. Esto permite dar al suelo una condición apropiada para un buen desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radical.

Deben descartarse aquellos suelos con mal drenaje o que muestren características indeseables, tales como: presencia abundante de fragmentos de rocas y grava o arena gruesa; color pálido, gris o blanco; compactos, duros o rígidos; alta capa freática, que limite la buena aereación que requiere el sistema radical; textura arenosa, a menos que sean muy ricos en nutrientes con una provisión de humedad adecuada.

La descripción minuciosa del perfil y el análisis físico y químico del suelo ayudan a determinar si éste tiene relaciones satisfactorias de agua, aire y nutrientes.

## B. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CACAO

En Malasia se llevó a cabo un estudio, a través del análisis de toda la planta, para estimar las exigencias de nutrientes en diferentes etapas de desarrollo del cacao (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cantidad estimada de nutrientes absorbidos por planta de cacao en diferentes estados de desarrollo.

Estado del cultivo	Edad de la planta (meses)	Requerimiento nutricional promedio en kg/ha						
		N.	P.	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	5 - 12	2,4	0,6	2,4	2,3	1,1	0,04	0,01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3,9	0,5
Inicio de la producción	39	212	23	321	140	71	7,1	0,9
Plena producción	50 - 87	438	48	633	373	129	6,1	1,5

FUENTE: *Thong y NG, citados por Morais, F.I., Santana, M.B. y Santana, CH. Nutricao Mineral e Adubacao do Cacaueiro. CEPLAC, Bahía, Brasil. Boletín Técnico No. 88. 1981.*

Los resultados muestran que el cultivo es altamente exigente en nutrientes. La cantidad extraída por planta está directamente relacionada con su desarrollo. Los elementos que más absorbe son: potasio, nitrógeno y calcio. De éstos, el potasio siempre es requerido en mayores cantidades, salvo en los primeros meses de desarrollo, cuando el consumo es aproximadamente igual al nitrógeno y calcio. El fósforo y magnesio son absorbidos en cantidades relativamente menores. Las cantidades utilizadas de manganeso y zinc son aun más bajas.

Por otra parte, en Malasia y Nigeria se han obtenido datos referentes a cantidades de nutrientes extraídos del suelo por el cacao mediante el análisis químico de mazorcas, almendras secas y cáscara (Cuadro 9). Estas son pequeñas en comparación a las cantidades que necesita la planta para formar sus hojas, ramas, tallos y raíces. No obstante, son necesarias para asegurar una adecuada cosecha.

Cuadro 9. Contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO en almendras secas, cáscaras y mazorcas de cacao.

Parte del vegetal analizado	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fuente
	Kg					
Mazorcas	31,0	11,2	64,6	6,9	8,6	Thong y NG
	20,0	9,6	12,6	3,0	5,0	Zeller
Almendras	20,0	15,8	21,3	2,0	11,0	Kanapathy
	20,4	8,3	12,6	1,5	4,5	Thong y NG
Cáscaras	10,6	3,0	52,0	5,3	4,2	Thong y NG

Fuente: *Morais, F.I., Santana, M.B. y Santana, CM. Nutricao Mineral e Adubacao de Cacaueiro, ro, CEPLAC, Bahía, Brasil. Boletín Técnico No. 88. 1981.*

Tomando en cuenta la extracción total de nutrientes por las mazorcas, el potasio es usado en mayor cantidad, seguido por nitrógeno, fósforo, magnesio y calcio, respectivamente.

Por el contrario, el elemento que más se acumula en las almendras es el nitrógeno siguiéndole en magnitud el potasio y en menor grado fósforo, magnesio y calcio. En cambio, las cáscaras extraen más potasio, nitrógeno y calcio.

### C. ESTADO NUTRICIONAL DE ALGUNOS SUELOS CACAOTEROS

Los resultados de la caracterización química del suelo (Cuadro 10), así como los análisis foliares (Cuadro 11), de algunos sectores cacaoteros, mostraron mucha variación en los contenidos nutricionales. Esto es un reflejo de una génesis de suelo diferente, tiempo de explotación y del manejo muy diverso que se da a las plantaciones de cacao, sin embargo, el nitrógeno y fósforo parecen ser los nutrientes que más limitan el potencial de producción de estos sectores.

Por otra parte, es de destacar una consistente tendencia, con las dos formas de evaluación, a obtener una relación Ca + Mg/K más baja y una relación Fe/Mn alta, para los sectores de la provincia de Los Ríos, como consecuencia de los niveles altos de Ca y Fe detectados.

Provincia	Sector (lugar)	pH	ug/ml			meg/100 g suelo			ug/ml			Relaciones	
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	Ca - Mg/K	Fe/Mn
El Oro	Barbones (Booana)	7,0	6 B	6 B	1,01 A	18,8 A	6,6 A	2,0 B	2,6 M	36,7 A	22,5 M	25,0	0,89
"	Barbones (La Maravilla)	6,9	12 B	18 B	1,26 A	20,0 A	6,3 M	3,3 M	3,0 M + 37,5 A	16,3 B	28,0	- 0,63	
"	Sta. Rosa-Calugturo	6,8	30 B	52 A	0,14 B	14,9 B	4,6 A	11,0 A	10,1 A + 37,5 A	125,0 A	149,9	- 4,84	
"	Jumón-Arenillas (Carmita)	7,0	18 B	4 B	0,27 M	8,9 A	3,9 A	4,0 M	3,4 M + 37,5 A	117,5 A	47,6	- 4,60	
"	Jumón-Arenillas (Salitral)	5,9	15 B	12 B	0,66 A	12,5 A	8,6 A	3,8 M	2,4 M + 37,0 A	81,9 A	32,3	- 3,17	
"	Jumón-Arenilla (Jumón)	6,5	10 B	32 A	0,37 M	9,5 A	03 B	6,0 A	3,0 M + 37,0 A	115,0 A	41,7	- 4,45	
"	Machala-Pajonales (Beatriz)	7,4	15 B	24 A	2,02 A	19,4 A	6,3 A	2,9 B	3,4 M + 37,0 A	23,7 M	12,7	- 0,92	
"	Pasaje	7,4	21 B	36 A	0,85 A	18,1 A	3,6 A	0,6 M	2,6 A	36,7 A	45,0 A	25,6	1,78
"	Cambio-Tendales (El Azul)	7,2	12 B	4 B	0,74 A	17,6 A	4,3 A	2,6 A	2,6 M + 37,0 A	35,0 M	29,4	- 1,35	
"	Pagua (Mónica)	6,0	24 B	9 M	0,19 B	12,0 A	3,7 A	5,7 M	2,6 M + 37,0 A	122,0 A	83,3	- 4,72	
Guayas	Balao Chico	6,3	30 B	100 A	0,32 M	15,6 A	3,1 A	2,8 B	8,2 A + 37,0 A	115,0 A	58,8	- 4,45	
"	Naranjal	6,7	36 M	12 M	0,10 B	14,4 A	1,9 A	1,3 B	9,8 A	12,0 M	108,1 A	166,7	13,06
Los Ríos	San Pablo (La pinela)	6,9	42 M	11 M	0,50 A	13,3 A	2,6 A	6,0 M	2,6 M	11,6 M	72,6 A	32,3	9,88
"	Pichilingue (El Caucho)	6,6	47 M	46 A	0,90 A	14,4 A	1,2 A	5,4 M	71, A	20,8 A	106,8 A	17,2	7,45
"	Pichilingue (Isla)	6,6	9 B	24 A	0,78 A	13,2 A	3,3 A	2,0 B	13,0 A	17,2 A	87,5 A	21,3	7,38
"	La Cadena (Violeta)	6,8	23 B	6 B	0,54 A	9,7 A	1,5 A	2,8 B	3,7 M	3,4 B	100,0 A	20,8	+ 42,70

A = Alto; M = Medio; B = Bajo

Cuadro 11. Resultados de los análisis químicos y relaciones foliares, con sus respectivas interpretaciones, correspondientes a diferentes plantaciones de cacao del Litoral ecuatoriano

Provincia	Sectores (lugar)	°/o en materia seca					p.p.m				Relaciones	
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	Ca - Mg/K	Fe/Mn
El Oro	Barbones (Booana)	1,72 B	0,19 A	1,65 M	1,40 A	0,70 A	156 A	1,25 A	168 A	250 A	30,3	2,16
"	Barbones (La Maravilla)	1,40 B	0,25 A	1,40 M	1,45 A	0,50 A	86 A	11,2 A	118 M	175 A	3,13	2,16
"	Sta. Rosa-Caluguro	1,54 B	0,11 B	1,50 M	1,90 A	0,63 A	44 A	11,2 A	70 M	192 A	2,86	3,98
"	Jumón-Arenillas (Carmita)	1,54 B	0,16 M	1,90 M	1,60 A	0,64 A	162 A	11,2 A	195 A	150 A	2,70	1,12
"	Jumón-Arenillas (Salitral)	2,17 A	0,11 B	1,30 M	1,90 A	0,61 A	160 A	8,7 A	738 A	133 A	4,35	0,26
"	Jumón-Arenilla (Jumón)	1,68 B	0,16 M	1,20 B	1,85 A	0,64 A	78 A	8,7 A	483 A	142 A	4,76	0,43
"	Machala-Pajonales (Beatriz)	1,61 B	0,40 B	1,35 M	2,45 A	0,60 A	27 M	8,7 A	203 A	167 A	5,00	1,20
"	Fasaje	1,33 B	0,12 B	1,45 M	2,30 A	0,69 A	67 A	10,0 A	400 A	258 A	4,55	0,94
"	Cambio-Tendales (El Azul)	1,89 M	0,14 M	1,75 M	1,70 A	0,59 A	80 A	10,0 A	140 M	217 A	2,94	2,26
"	Pagua (Mónica)	1,89 M	0,13 B	1,40 M	1,50 A	0,73 A	168 A	13,7 A	400 A	217 A	3,70	0,79
Guayas	Balao Chico	1,89 M	0,12 B	1,05 M	1,90 M	0,45 A	26 M	11,2 A	233 A	292 A	5,00	1,91
"	Naranjal	1,47 B	0,15 M	1,10 M	2,20 A	0,75 A	202 A	10,0 A	405 A	242 A	6,25	0,87
Los Ríos	San Pablo (La Pinela)	1,61 B	0,12 B	2,35 A	1,40 A	0,50 A	94 A	10,0 A	100 M	208 A	1,86	3,03
"	Pichilingue (El Caucho)	1,92 M	0,14 M	1,20 B	1,34 B	0,43 M	47 A	11,0 A	133 M	254 A	2,63	2,76
"	Pichilingue (Isla)	1,65 B	0,20 A	1,65 M	1,00 A	0,43 M	60 A	11,2 A	55 M	267 A	2,00	7,01
"	La Cadena (Violeta)	2,20 A	0,16 M	2,21 A	1,04 M	0,40 M	46 A	15,0 A	50 M	233 A	1,49	6,76

A= Alto; M= Medio; B =Bajo

#### D. RESPUESTA DEL CACAO A LA FERTILIZACION QUIMICA

En experimentos de fertilización realizados en la zona de Quevedo, Babahoyo, Vinces, Naranjito y Naranjal, se ha encontrado incrementos sobre rendimiento del cacao, debido a la aplicación de fertilizantes (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de la fertilización sobre rendimiento de cacao seco, kg/ha.

Tratamiento	Quevedo	Babahoyo	Vinces	Naranjito	Naranjal
Sin Fertilizante	1273	136	1273	500	454
Con Fertilizante	1727	636	1591	1091	818
Incremento	454	500	318	591	364

La polinización artificial del cacao aumenta las exigencias nutritivas de las plantas. Los ensayos de fertilización combinados con esta práctica, evidencian baja disponibilidad de boro y manganeso, en el área central de litoral. Aspersiones foliares de boro (Solubor al 1<sup>o</sup>/o) y manganeso (Sulfato de manganeso al 0,6<sup>o</sup>/o) interactuando con la fertilización nitrogenada, han provocado respuestas positivas en los rendimientos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de aspersiones de boro y manganeso en el rendimiento de cacao polinizado artificialmente, kg/ha de cacao seco.

Tratamiento	Valencia	Quevedo
Sin B y Mn	1182	1818
Con B y Mn	1682	2318
Incremento	500	500

## E. METODOS PARA DIAGNOSTICAR LA FERTILIDAD DE LA HUERTA

El análisis de suelo es un procedimiento que se recomienda realizar antes de implantar una huerta y sus resultados se usan para sugerir el tipo y dosis de fertilizantes que se deben emplear. El análisis de hojas (foliar) se lo considera para determinar las necesidades de fertilizantes cuando la plantación de cacao se encuentra en producción.

A continuación se presentan los procedimientos de muestreos de suelos y hojas, con fines de análisis, para en base a sus resultados, hacer las recomendaciones del caso.

### 1. Recomendaciones para muestreo e interpretación del análisis de suelos

El análisis químico de suelos determina la cantidad de cada nutriente que está disponible en un terreno; de los resultados, se obtienen recomendaciones que ayudan a usar correctamente los fertilizantes, mejorar los terrenos y aumentar las cosechas.

La confiabilidad del análisis depende en gran parte del método de muestreo y de los cuidados que se tengan para realizarlo. Para conseguir esto es necesario seguir las siguientes normas:

- Elaborar un plano o croquis del lugar en donde se va a plantar la huerta.
- Señalar en el plano las áreas que muestren condiciones semejantes de suelo, como: igual pendiente, color, drenaje, etc. (Figura 24).
- En cada área representativa se tomarán de 15 a 20 submuestras siguiendo un recorrido en zig-zag, a fin de abarcar toda el área (Figura 25). Estas submuestras deben ser tomadas a una profundidad de 0 a 20 cm.
- Si el lugar presenta condiciones semejantes de suelo, se elegirá un área representativa (5 ha) y se realizará la labor antes indicada.

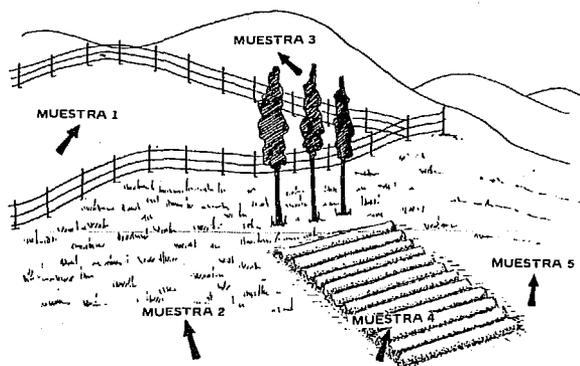


Figura 24. División de la finca en sectores de condiciones semejantes.

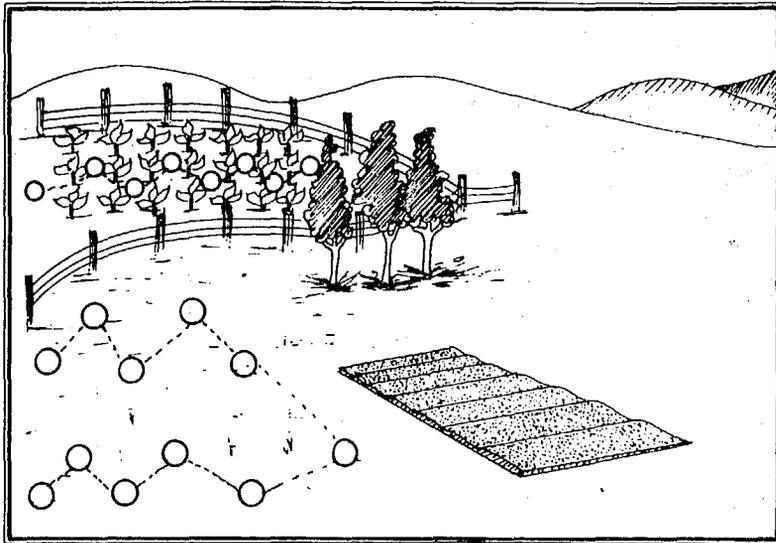


Figura 25. Recorrido en zig-zag que se deberá seguir en la toma de la muestra de suelos.

Es necesario tener presente no mezclar muestras de diferentes áreas, ni tomarlas en sitios pantanosos o al pie de cercas. En la Figura 26 se indican algunos de los sitios que deben ser descartados en el muestreo.

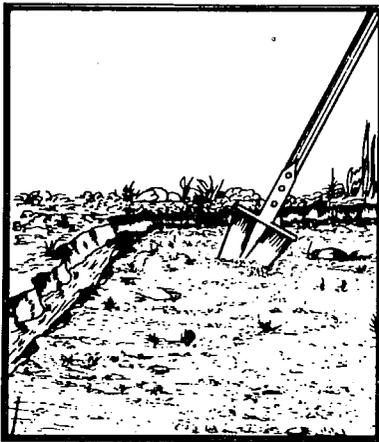
Los niveles de nutrientes que sirven de guía para interpretar los resultados del análisis se indican en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Niveles de elementos para la interpretación de los análisis del suelo, usados en los laboratorios del INIAP.

Elementos	N I V E L		
	Bajo	Medio	Alto
meq/g			
N	1 - 30	31 - 60	61
P	1 - 7	8 - 14	15
Zn	3	3,1 - 7	7,1
Cu	1	1,1 - 4	4,1
Fe	20	21 - 40	41
Mn	5	5,1 - 15	15,1
meq/100 g			
K	0,19	0,20 - 0,38	0,39
Ca	0,20	0,21 - 0,70	0,71
Mg	0,33	0,34 - 0,66	0,67

## 2. Recomendaciones para muestreo e interpretación del análisis de hoja

El análisis químico de hojas o foliar, también es un buen método para evaluar la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a las plantas y detectar su estado nutricional. Se fundamenta que si en un suelo dado, el suministro de un nutriente es deficiente, su concentración en las hojas de la planta también será deficiente, lo cual reflejará la inadecuada nutrición del cultivo.



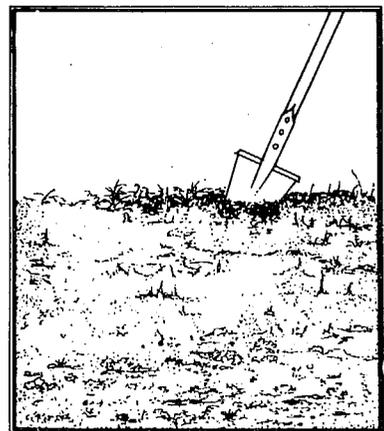
A. AL PIE DE ZANJAS



B. DONDE HAYA ACUMULACION DE VEGETALES O ESTIERCOL.



C. EN LUGARES DE QUEMA RECIENTES



D. DONDE HAYA ACUMULACION DE SALES

El problema principal de la aplicación satisfactoria del análisis foliar en el cultivo del cacao, consiste en la dificultad de obtener muestras de hojas cuya composición química representa verdaderamente el estado nutricional de la planta. La composición química de las hojas varía considerablemente según algunos factores ambientales, la edad y posición de las mismas, sombreado y la época del año en que se colecta. Sin embargo, si el muestreo se lo hace teniendo en consideración lo antes anotado, se puede usar este procedimiento como un buen método de diagnóstico.

El método de muestreo para cacao consiste en:

- Elaborar un plano o croquis de la huerta a muestrear.
- Señalar en el plano áreas que presenten condiciones semejantes de suelo (pendiente principalmente), edad de las plantas, sombreado y manejo.
- En cada área seleccionada elegir al azar el 5% del total de plantas en las que se tomarán 4 ó 5 hojas por planta escogida.
- La hoja a muestrear será la cuarta, contando a partir del ápice de ramas terciarias que recién hayan iniciado una brotación apical (Figura 27).

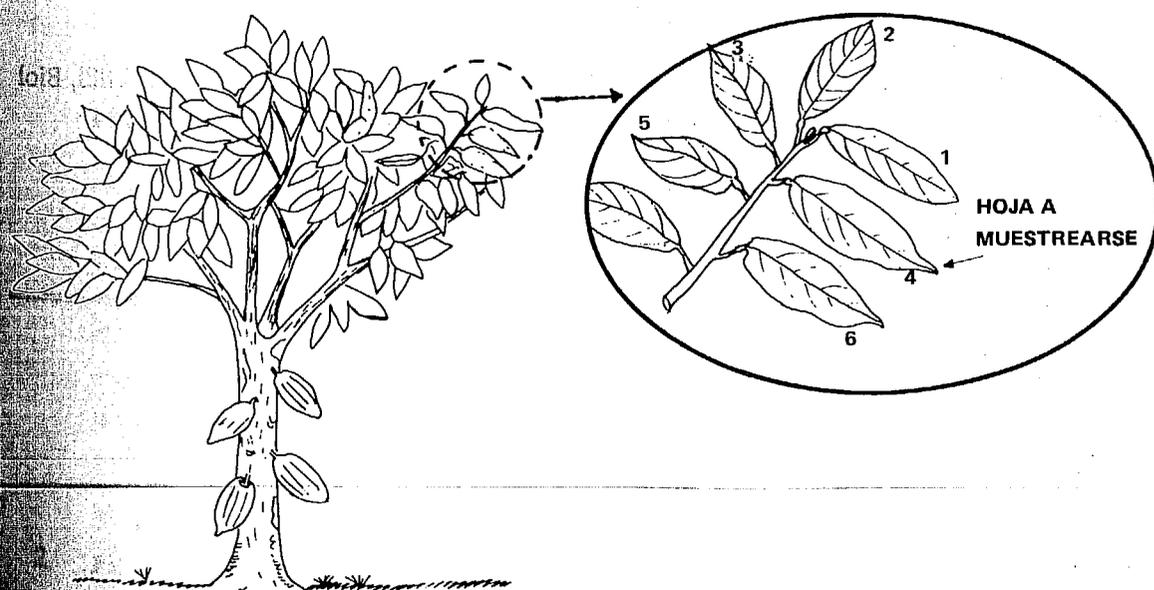


Figura 27

Ilustración de la hoja a muestrearse con fines de análisis

- La muestra así tomada deberá ser llevada inmediatamente al laboratorio, donde será lavada y puesta a secar en estufa a 70°C durante 48 horas, previo al proceso de análisis.

Generalmente, se recomienda realizar el muestreo al inicio de la época lluviosa y durante las primeras horas de la mañana. Los niveles de nutrientes para interpretar los análisis foliares se indican en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Niveles de elementos sugeridos para interpretar los análisis de hojas de cacao.

Elementos	N I V E L			Fuente
	Deficiente	Bajo	Adecuado	
	°/o			
N	1,80	1,80 - 2,00	2,00	Murray (1967)
P	0,13	0,13 - 0,20	0,20	"
K	1,20	1,20 - 2,00	2,00	"
Ca	0,30	0,30 - 0,40	0,40	"
Mg	0,20	0,20 - 0,45	0,45	"
	ppm			
B	10	10 - 25	25 - 70	Sherrocks, Phill, Biol
Fe	50	50 - 123	123	Spector (1964)
Mn	11	11 - 163	163	"
Cu	4			
Zn	20			

## F. RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

La fertilización es un recurso para aumentar la producción. La huerta de cacao puede requerir algún nutriente que esté limitando su normal desarrollo y la fertilización debe ser hecha en base a las necesidades de esa plantación. Los fertilizantes solamente cumplen su efecto benéfico, si es que son aplicados correctamente. Una mala aplicación podría causar efectos adversos sobre la plantación y el suelo.

Para que se asegure el éxito de la práctica de fertilización, esta debe ir acompañada de otras labores como: reducción de la sombra definitiva, control de malezas, riego, control de enfermedades y de plagas, entre otros factores.

Las cantidades de fertilizantes a emplearse son variables y depende del suelo, material sembrado, estado de desarrollo de las plantas, la intensidad de la sombra, etc. Cada lugar o plantación es una situación diferente; por lo tanto, es recomendable que el productor busque a una persona competente que lo ayude a decidir sobre el programa de fertilización a utilizarse en su huerta.

Como una guía se presentan algunos planes de fertilización para diferentes estados de desarrollo de las plantas, según la interpretación del análisis de suelo y foliar.

### 1. En el vivero

Llenar las fundas, donde se va a sembrar las semillas de cacao, con la mejor tierra disponible. El suelo superficial de montaña virgen es el más apropiado. En vista de que este es cada vez más escaso, se puede hacer uso de suelo de "banco".

Si existe pulpa de café disponible, esta puede ser utilizada mezclándola con tierra en la proporción de una parte de pulpa por dos de tierra. Con el fin de que la pulpa de buenos resultados, debe estar descompuesta; para que ésto suceda bastará amontonar el material fresco en un lugar bien aireado y protegido de las lluvias, al cabo de 10 semanas de iniciado el proceso el material estará listo para ser usado. Si se consigue un sustrato con las condiciones antes anotadas no se necesita fertilización química en esta etapa.

### 2. Para el transplante

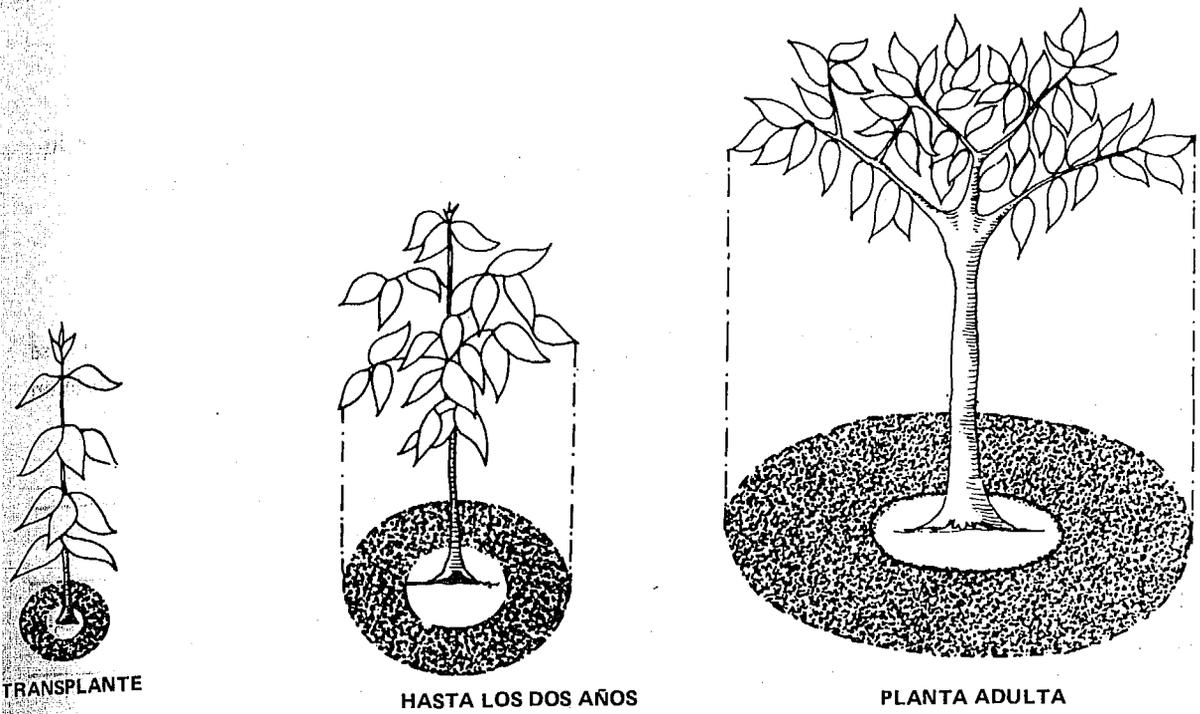
Para el transplante se deberá utilizar las recomendaciones en base a la interpretación del análisis de suelo que se indica en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se deben aplicar/planta, en base a la interpretación del análisis de suelo.

Interpretación del análisis de suelo	Gramos/planta		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bajo	30	30	45
Medio	15	15	20
Alto	10	5	5

Todo el fósforo y la mitad de la recomendación de nitrógeno y potasio, deberán mezclarse con la tierra de la capa superficial que se sacó del hueco, con la cual se rellanará después del transplante. Dos meses más tarde, se aplicará la otra mitad del nitrógeno y potasio en bandas anchas alrededor de la planta, teniendo la precaución de que el fertilizante no toque el tallo o follaje (Figura 28).

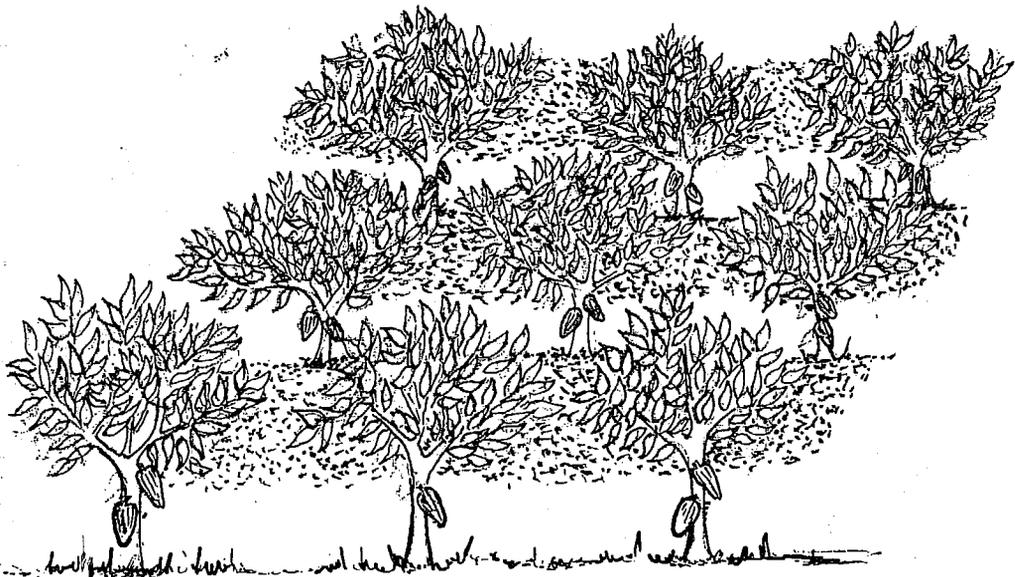
La fertilización en los dos años siguientes al transplante, se planeará utilizando el doble de las cantidades indicadas en el Cuadro 16. Todo el P y K y la mitad de N se aplicarán después de las primeras lluvias y el resto del N dos meses después. Los fertilizantes se distribuirán en una banda más ancha y alrededor de cada planta (Figura 28).



TRANSPLANTE

HASTA LOS DOS AÑOS

PLANTA ADULTA



PLANTACION ESTABLECIDA

Figura 28. Formas en que se deben aplicar los fertilizantes, de acuerdo a las edades de las plantas. INIAP - Estación Experimental Pichilingue

### 3. Para plantas en producción

Para plantas en producción, las recomendaciones de fertilización se basan en la interpretación de los análisis foliares (Cuadros 17,18).

Cuadro 17. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se deben aplicar por planta y año, en base a la interpretación del análisis foliar para plantas cultivadas a plena exposición solar.

Interpretación del análisis foliar	Gramos/planta/año recomendado		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Deficiente	180	90	270
Bajo	<u>90</u>	45	<u>135</u>
Adecuado	0	0	0

Cuadro 18. Cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O que se deben aplicar por planta y por año, en base a la interpretación del análisis foliar por planta con sombra definitiva de leguminosas.

Interpretación del análisis foliar	Gramos/planta/año recomendado		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Deficiente	90	45	135
Bajo	45	25	70
Adecuado	0	0	0

Las dosis recomendadas en cada caso, se deben aplicar como se indicó anteriormente: todo el P y K, y la mitad de N a continuación de las primeras lluvias. El resto de N dos meses después de aquella aplicación. Sin embargo, en suelos sueltos resultaría más conveniente fraccionar 3 veces la dosis de N, siempre y cuando exista suficiente humedad en el suelo, para asegurar el aprovechamiento del fertilizante.

Los fertilizantes deben ser distribuidos al voleo alrededor de los árboles, siguiendo la proyección de su copa (Figura 28).

De existir deficiencia de elementos menores, se recomienda hacer aspersiones al follaje de las plantas con cualquier fertilizante foliar que contenga el o los elementos deficientes.

En base a lo anotado en términos generales podría decirse que la fertilización del cacao en nuestro medio debería hacerse basada en N y complementada con una fórmula de fertilizante completo o de algún otro que posea micronutrientes, lo que dependerá de los análisis respectivos que se haga en la huerta.

### 3. TRANSFORMACION DE LAS RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION A FERTILIZANTES COMERCIALES

Se toma como ejemplo las recomendaciones para una huerta cultivada a plena exposición solar (población 800 plantas/ha), cuyo análisis foliar indicó contenidos deficientes en N y P bajos en K, las cantidades de nutrientes en elementos puros recomendadas son las siguientes:

N:  $180 \text{ g} \times 800 \text{ pl} = 144 \text{ kg/ha/año}$

$\text{P}_2\text{O}_5$ :  $90 \text{ g} \times 800 \text{ pl} = 72 \text{ kg/ha/año}$

$\text{K}_2\text{O}$ :  $135 \text{ g} \times 800 \text{ pl} = 108 \text{ kg/ha/año}$

Para satisfacer estas recomendaciones se puede usar fertilizantes simples o compuestos.

#### 1. Utilizando fertilizantes simples

Como fuente de N, urea (46% N)

Como fuente de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , superfosfato triple (46% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Como fuente de  $\text{K}_2\text{O}$ , muriato de potasio (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ).

#### a. Cálculo para Nitrógeno

46 kg de N hay en 100 kg de urea

144 kg de N requeridos

$$X = \frac{100 \times 144}{46} = 313 \text{ kg de urea/ha}$$

$$\frac{313,040 \text{ g de urea/ha}}{800 \text{ plantas/ha}} = 391 \text{ g de urea/planta/año}$$

b. Cálculo para fósforo

46 kg de  $P_2O_5$  hay en ----- 100 kg de superfosfato triple  
 72 kg de  $P_2O_5$  requeridos ----- X

$$X = \frac{100 \times 72}{46} = 156 \text{ kg de superfosfato triple/ha}$$

$$\frac{156.520 \text{ g superfosfato/ha}}{800 \text{ plantas/ha}} = 196 \text{ g superfosfato triple/planta/año}$$

c. Cálculo para potasio

60 kg de  $K_2O$  hay en ----- 100 kg de muriato de potasio  
 108 kg de  $K_2O$  requeridos ----- X

$$X = \frac{100 \times 108}{60} = 180 \text{ kg de muriato de potasio/ha}$$

$$\frac{180.000 \text{ g de muriato de K/ha}}{800 \text{ planta/ha}} = 225 \text{ g de muriato de K/planta/año}$$

313 kg de úrea, aproximadamente 6 sacos de 50 kg

156 kg de superfosfato triple, aproximadamente 3 sacos de 50 kg

180 kg de muriato de potasio, aproximadamente 3,5 sacos de 50 kg

2. Utilizando fertilizantes compuestos

Cuando se utiliza un fertilizante compuesto, los cálculos se inician con los requerimientos del elemento que se encuentra en mayor porcentaje en el fertilizante. Por ejemplo, para el 10-30-10, sería el fósforo (30%). Para el efecto se sigue el siguiente procedimiento: (72 kg de  $P_2O_5$  requeridos)

En 100 kg de 10-30-10 hay 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
X 72 kg

$$X = \frac{100 \times 72}{30} = 240 \text{ kg de 10-30-10/ha}$$

$$\frac{240.000 \text{ g de 10-30-10/ha}}{800 \text{ plantas/ha}} = 300 \text{ g de 10-30-10/planta/año}$$

Para el nitrógeno y potasio se sigue procedimiento similar: Para nitrógeno: (Requerimiento 144 kg)

En 100 kg de 10-30-10 ----- 10 kg de N  
240 kg de 10-30-10 ----- x

$$X = \frac{10 \times 240}{100} = 24 \text{ kg de N/ha}$$

144 - 24 = 120 kg de N que se debe completar

Cálculo para el potasio (Requerimiento 240 kg)

En 100 kg de 10 - 30 - 10 ----- 10 kg de K<sub>2</sub>O  
240 kg de K<sub>2</sub>O X

$$X = \frac{10 \times 240}{100} = 24 \text{ kg de K}_2\text{O/ha}$$

108 - 24 = 84 kg de K<sub>2</sub>O que se debe completar

Para completar las cantidades requeridas de N y K<sub>2</sub>O se usará úrea y muriato de potasio respectivamente, calculándolos como se indicó anteriormente.

## H. LITERATURA CONSULTADA

- BEJARANO, E. W.* 1975. Como tomar muestras de suelo para su análisis químico. Quito, Ecuador, INIAP. Plegable No. 34 6 p.
- BRAUDEAU, J.* 1975. El cacao. Trad. de Angel Hernández C. Barcelona, España, Blume. pp. 62-68.
- CADAVID, V.S.* 1980. Suelos y fertilización del cacao en el Departamento de Antioquia. El Cacaotero Colombiano. No. 14. pp. 7-17.
- ENRIQUEZ, G.A. y PAREDES, A.* 1979. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanzas. pp. 17-36.
- GEUS, J. G. DE* 1967. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Zurich, Switzerland, Centre d'Etude de l'azote. p. 388.
- HARDY, F.* 1964. Suelos y ecología de la región cacaotera de Ecuador. Cacao (Costa Rica). 9 (2): 1-23.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS*, 1982. Informes Técnicos de Suelos y Fertilizantes. 1970-1982. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo. (mimeografiado).
- KRUG, C. A. and DUARTE y PAPAPIO, E.* 1964. World cacao survey. Roma, Italia, FAO. pp. 22-27.
- LAINEZ, J.* 1972. Fertilización química del café y cacao en el Litoral ecuatoriano. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Técnico No. 6. 14 p.
- , 1977. Evaluation by various methods of the availability of nutrients in cacao growing soils in Ecuador. In Report of the Cacao Soils Workshop held in Brazil, October 23 to November 4, 1977. Cocoa Producer's Alliance. 35-44 p.
- MURRAY, B.D.* 1967. Leaf analysis applied to cacao. Cocoa Growers Bulletin (England) No. 9:25-31.
- OLIVEIRA, M., DE., MACHADO, S. M. B. E. LEONDY DE S., CH. J.* 1981. Nutricao mineral e adubacão do cacauero. Belen, Brasil, CEPLAC, Comunicado Técnico No. 18. 46 p.
- PAOLILLO, M. E. y SANTOS, U.* 1978. Cultivo de Cacauero para Bahía e Espiritu Santo. Itabuna-Ilhéus, CEPLAC. 44 p.
- INIAP - Estación Experimental Pichilingue

*SHORROCKS, V.M.* Boron deficiency its prevention and cure. London, England, Borax Holdings Limited. s.f. p. 15.

*SMITH, A. J.* 1976. La selección de suelos para cultivo del cacao. Roma, Italia, FAO. Boletín sobre suelos No. 5.77 p.

-----, 1980. Soil Classification and the Cocoa Nutrition in the Nineteen Seventies, a Review of Literature. Cocoa Growers Bulletin (England) No. 30. 11-24.

*WESSEL, M.* 1980. Developments in Cocoa. Grower. Cocoa. Growers Bulletin (England). No. 30;5-10.

*WILLIAMS, C.M.* 1979. The agronomy of the major tropical crops. Oxford, England, Oxford University Press. pp. 103-105.

## XI ENFERMEDADES DEL CACAO Y SU CONTROL

Carmen Suárez C.

El cacao, como cualquier otro organismo viviente es susceptible de ser atacado por microorganismos que alteran su desarrollo, causándole una o varias enfermedades. Para que se produzca una enfermedad, además del hospedero (la planta), debe haber uno o más patógenos (organismos causales) presentes, así como las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo. El efecto final de un ataque de enfermedades es siempre un decaimiento de la producción en diversos grados, según la clase e intensidad de las mismas, llegando en ocasiones a originar la muerte de la planta.

Uno de los problemas más complejos que debe afrontar el cultivador de cacao en el país, lo constituye las enfermedades. Para comprender dicha complejidad, es necesario tener en cuenta la síntesis histórica del cultivo, la peculiar ecología del mismo en el Litoral ecuatoriano y la falta de aplicación de prácticas de manejo. La consecuencia actual, es que las enfermedades se presentan con caracter endémico, es decir se encuentran siempre presentes en los cacaotales. Sin embargo, como su intensidad depende principalmente de las condiciones ambientales, aquella varía en las diferentes zonas y épocas del año, de la misma forma que varía el clima.

En las condiciones del cultivo en el país, se puede presentar dos situaciones diferentes, en cuanto al manejo y control de las enfermedades se refiere. Una, cuando se trata de una nueva plantación en la que es factible evitar que aquellas lleguen a niveles muy serios y otra, cuando nos referimos a cacaotales establecidos por más de quince años. En la medida de lo posible, se hará esta distinción cuando se describa cada enfermedad, particularmente en lo relativo al control o manejo de las mismas.

### A. ESCOBA DE BRUJA

#### 1. Agente causal y distribución

La enfermedad es causada por un hongo basidiomiceto, *Crinipellis perniciosa* Stahel, Singer, parásito que ataca solamente los géneros *Theobroma* spp. y *Herrania* spp.

El origen de la enfermedad ha sido por mucho tiempo objeto de especulación, siendo la teoría más aceptada y difundida la que establece que *C. perniciosa* es endémica en el valle amazónico y de ahí fue diseminada a otras áreas. La enfermedad fue primero reportada en Surinam en 1895 y en 1915 Stahel determinó su etiología y describió el patógeno. En el Ecuador, aparece reportada por primera vez en el área de Balao en 1918. Actualmente se la encuentra localizada en las principales áreas cacaoteras de América Latina, con excepción de Centroamérica al norte del Istmo de Panamá, incluyendo México.

## 2. Sintomatología

El síntoma más conspicuo de la enfermedad es una deformación de los brotes terminales. Estos se ramifican y alargan, presentando hojas sin desarrollarse, que dan la apariencia de "escobas de bruja". Hay sin embargo, una cierta variación de síntomas que incluyen deformaciones y alteraciones de los tejidos, cuya intensidad varía con el tipo y edad del tejido involucrado; con la constitución genética de los árboles, su estado nutricional y manejo. Además de las escobas terminales y laterales que varían en tamaño de unos pocos centímetros a 1,5 m de largo, también pueden presentarse hinchazones localizadas del tallo, cánceres, hojas con el pulvínulo hinchado que aparecen erectas y tiesas en contraste a hojas normales, así como callosidades y agallas asociadas a heridas, especialmente en tallos tiernos.

El hongo, cuando infecta los cojinetes florales causa la producción de flores hipertrofiadas llamadas flores estrellas y frutos paternocárpicos denominados "chirimoyas"; cuando la infección ocurre después de la polinización de la flor esta produce un tipo anormal de fruto llamado "zanahoria" por su forma. También se producen brotes vegetativos anormales o escobas.

Las mazorcas que se infectan durante las primeras etapas de desarrollo maduran de modo desigual y generalmente se deforman. Infecciones tardías, producen pudrición de las mazorcas que son difíciles de distinguir de las causadas por otros patógenos.

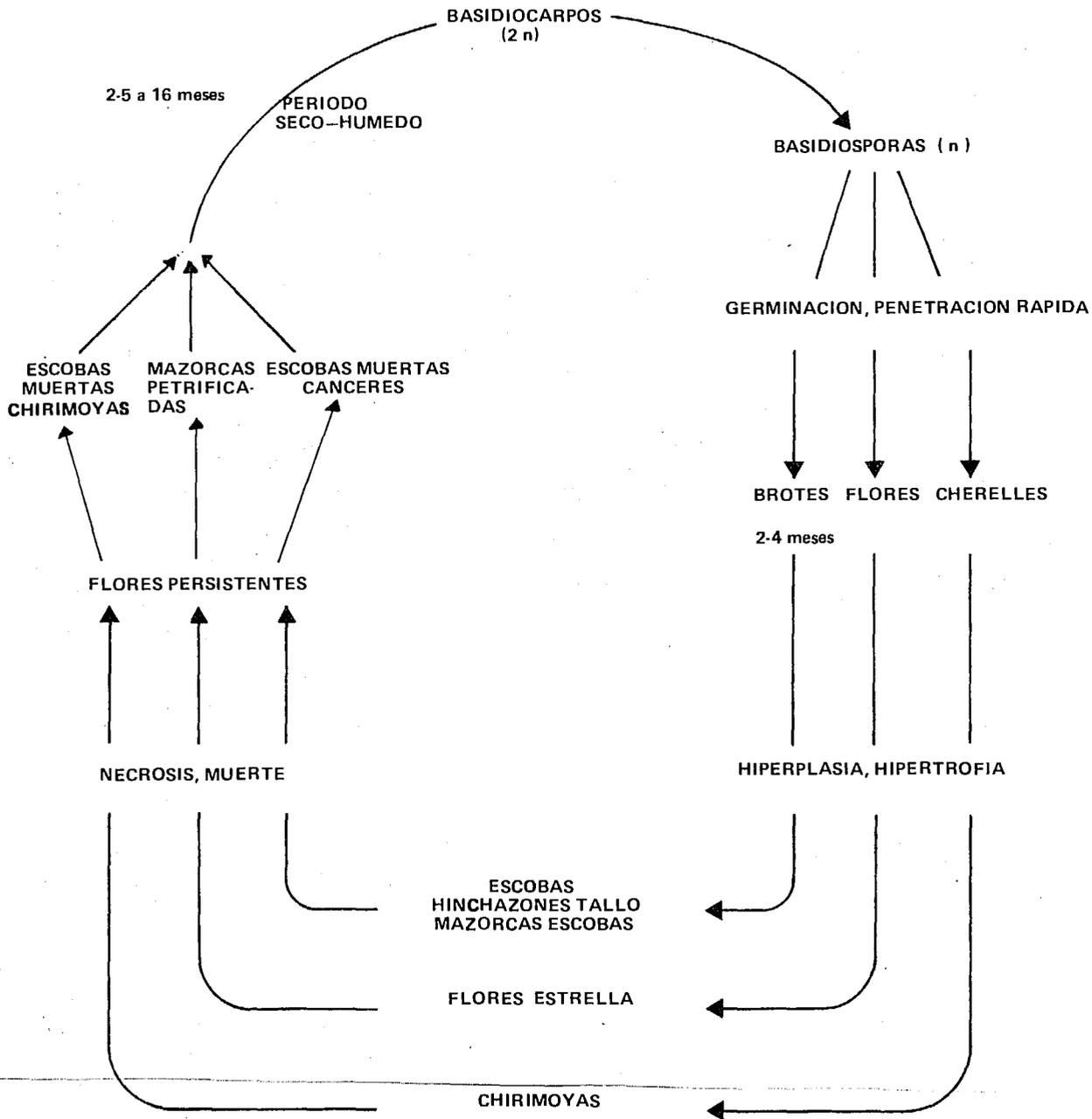
## 3. Ciclo de vida

Solamente se infecta tejido en crecimiento activo y parece que el hongo puede permanecer en dormancia en un brote, hasta por tres meses. La penetración del hongo se produce a través de los estomas en 3-5 horas, pero la expresión de síntomas se presenta después de 3 a 5 semanas a partir de la infección, en condiciones de campo. Bajo control, en invernadero, los primeros síntomas se han observado mínimo 11 días después de la inoculación de semillas germinadas. En ambos casos, el brote, al inicio, crece de modo aparentemente normal.

Después de un mes de haber completado su crecimiento, el brote hipertrofiado y anormalmente ramificado (la escoba verde), empieza a secarse. A partir de su completa necrosis pueden pasar entre 2,5 a 16 meses antes de que se forme el cuerpo fructífero (basidiocarpos). En la Figura 29 se muestra esquemáticamente el ciclo biológico de *C. perniciosa*.

Potencialmente, todos los tejidos infectados son capaces de producir basidiocarpos manteniendo produciéndolos por lo menos durante un año, si no hay factores externos que interrumpan el proceso. En la práctica, sólo una tercera parte de las escobas formadas los producen.

Figura 29. Ciclo de vida de *C. pernicioso* en cacao.



Intentos realizados para infectar plántulas de cacao con micelio o artroporas observadas y obtenidas *in vitro* en el laboratorio, han fallado completamente. Intensos estudios realizados en los últimos años han permitido obtener basidiocarpos y esporas en medio de cultivo artificial, con ciertas dificultades.

#### 4. Epidemiología de la enfermedad

Como se ha indicado en párrafos anteriores, solamente las basidiosporas que se forman en los esporóforos sobre escobas y frutos secos y momificados reproducen la enfermedad.

La liberación de esporas se produce principalmente entre las 18h00 y las 04h00 y con temperaturas entre 15,5°C y 26,5°C. No ocurre liberación en una atmósfera saturada de humedad. Las esporas son susceptibles a la sequía, bajo estas condiciones pierden su viabilidad en dos horas. Cuando disponen de una película de agua sobre el tejido hospedante (la planta de cacao), germinan con relativa rapidez penetrando a través de los estomas. Una vez liberadas, las esporas pueden viajar libremente por el viento depositándose algunas de ellas en tejidos de cacao, donde posteriormente reproducirán la enfermedad, bajo condiciones favorables.

Existe relación directa entre la cantidad de esporóforos producidos por área y el número de escobas que se observan aproximadamente cinco semanas después. Las escobas secas pendientes de la copa de los árboles son las mejores y más eficientes productoras de éstos cuerpos fructíferos, habiéndose determinado que, además de producir hasta por dos años; después del primer año basta una semana de lluvia para reiniciar la producción, después de la época seca. En cambio, las mismas escobas, en el suelo, pierden en pocas semanas su capacidad productiva, particularmente cuando se las cubre con hojarasca. Este hecho tiene profunda repercusión para la fitosanidad del cultivo.

En el Litoral, con épocas lluviosa y seca bien definidas; a inicios de la primera, se producen esporóforos en profusión, casi simultáneamente y debido a las mismas condiciones ambientales, se produce una brotación muy intensa de los árboles. De esta manera, el resultado es una infección a niveles excepcionalmente altos. Esto no descarta la presencia de escobas nuevas al resto del año, pero los niveles de infección no son tan abrumadores como al inicio de la época lluviosa.

En la Región Oriental, donde llueve casi todo el año, las condiciones climáticas favorecen la continua producción de esporas y por ende de escobas, pero la intensidad aparente de escobas vegetativas en un momento dado, parece ser un poco menor que la que se observa en la zona de Quevedo, por ejemplo. Esto, sin duda es consecuencia del menor número de brotes vegetativos en aquellas condiciones. En cambio, la podredumbre de las mazorcas y la presencia de infecciones en cojinetes señala la continua existencia de esporas en el ambiente; en este caso, tanto el agente causal cuanto las condiciones ambientales son siempre favorables; por tanto, solo se requiere la presencia de nuevo tejido para que aparezcan nuevas infecciones.

En áreas de menor humedad relativa y periodos secos más prolongados como en El Oro y Manabí, la intensidad de la infección también es menor por las razones antes anotadas. Lo mismo ha sido observado en aquellos lugares en donde se le da un buen manejo al cultivo, especialmente por el suministro de riego en la época seca. El suplir adecuadamente de agua al cultivo, además de regular la brotación, disminuye la tensión ("stress") que la sequía produce en las plantas, debilitándolas y haciéndolas más susceptibles al ataque de escoba de bruja.

## 5. Métodos de control

### a. Método cultural

De los métodos ensayados para el control de "escoba de bruja", la remoción de escobas mediante una a cuatro podas por año, ha demostrado ser efectiva para reducir la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, esta poda es una práctica muy poco acogida, debido a la dificultad de efectuarla en plantaciones de cacao tradicional, altamente infectadas y difíciles de manejar, principalmente por el costo de la mano de obra requerida.

En áreas de desarrollo cacaotero, es posible y deseable que simultáneamente con la siembra, se establezcan las técnicas de cultivo indicadas en los Capítulos V a IX de este manual y además, se practique una eliminación sistemática anual de las partes infectadas o "escobas", para evitar llegar a niveles en que se haga impracticable un control por éste u otros métodos. Se recomienda esta práctica particularmente para plantaciones jóvenes en áreas del Litoral, en la época seca. No es necesario eliminarlas de la plantación, puesto que una vez en contacto con el suelo y cubiertas por hojarasca, se descompondrán en su mayoría. En plantaciones adultas de más de 20 años se debe iniciar el control con prácticas de rehabilitación, para lograr una plantación manejable.

Otra posibilidad de evitar las enfermedades o "escape", es la manipulación de la cosecha mediante polinización artificial durante época seca (ver Capítulo XIII).

### b. Control químico

Otra forma de control intentada ha sido el uso de fungicidas de diferentes modos de acción. En plantaciones tradicionales no se han logrado resultados prácticos debido a que es casi imposible proteger todos los tejidos en crecimiento de una plantación. Sin embargo, cuando se tiene una aceptable producción de mazorcas, a pesar de la infección vegetativa, los frutos producidos pueden protegerse con los mismos productos actualmente efectivos para control de monilia, que se mencionarán más adelante.

La utilización de aceite agrícola empleado solo o en emulsión con agua hasta 10<sup>o</sup>/o (10 partes de aceite y 90 de agua + emulsificante) inhibe la producción de basidiocarpos. Por esta razón, se recomienda combinar su aplicación con las podas sanitarias, asperjándolo sobre las escobas dejadas en el suelo, particularmente al inicio de las lluvias. La utilización de estas prácticas disminuye considerablemente las fuentes de inóculo.

### c. Resistencia

La alternativa más prometedora a largo plazo es el uso de material resistente o tolerante a la enfermedad. Ante la complejidad acerca del tipo de resistencia genética que se puede presentar en cacao y a la posibilidad de estar involucrada más de una forma o raza del patógeno, subsiste un hecho incontrovertible que es la diferente susceptibilidad entre y dentro de poblaciones cacaoteras. En consecuencia, es necesario seleccionar adecuadamente el material para nuevas siembras y además, es recomendable ir eliminando en las fincas, aquellos árboles que presentan grados extremos de susceptibilidad, a fin de disminuir fuentes de inóculo.

El material actualmente en distribución (Capítulo V) es relativamente tolerante, particularmente si se asegura su vigor con buenas prácticas de manejo desde su establecimiento.

## B. MONILIA O MONILIASIS

### 1. Agente causal

Otra enfermedad de distribución aún más limitada que la "escoba de bruja" es la moniliasis, causada por el hongo Deuteromiceto *Monilia roreri* Cif. & Par. Se la reportó ya a niveles epidémicos en Colombia en 1851 y posteriormente en Ecuador desde 1916, aunque parece que desde 1895 presentábanse focos aislados en huertos jóvenes de cacao introducido. En ambos casos hay cierta relación entre las introducciones de cacao forastero hechas 20 a 30 años antes y el establecimiento a nivel epidémico de esta enfermedad, en el Ecuador.

Estudios hechos en 1978 sugieren que el hongo, en su estadio sexual, pertenecería a la clase de los basidiomicetos, habiéndose incluso propuesto la creación de un nuevo género para su denominación: *Moniliophthora*. Independientemente del nombre que le apliquen los especialistas en taxonomía, los síntomas y comportamiento del hongo que se conocen hasta la fecha permanecen inalterables.

### 2. Sintomatología

Los síntomas se pueden sintetizar como una pudrición y momificación lenta de las mazorcas de cacao (lámina 2). Inicialmente presenta una mancha café característica pero sólo se la puede distinguir de otras pudriciones del fruto cuando se pre-

sentan sus signos, en forma de micelio blanquecino y sobre él un polvillo de esporas cremosas. No ataca otras partes de las plantas.

Al igual que *C. pernicioso*, monilia sólo ataca especies de *Theobroma* y *Herzania*.

### 3. Ciclo de vida

Las esporas se producen en gran abundancia sobre la superficie de las mazorcas durante tiempo húmedo y se desprende fácilmente para ser transportadas por el viento, durante las horas cálidas del día.

La moniliasis es una enfermedad de desarrollo lento que ataca fruto de cualquier edad, necesitando aproximadamente de 6 a 10 semanas desde la penetración superficial de las mazorcas, hasta que los síntomas sean visibles. Dos o tres días después de aparecer las manchas café características y según las condiciones ambientales se producen las esporas y se reinicia el ciclo. (Figura 30). Después de la destrucción total de los tejidos de la mazorca, éstos se desecan progresivamente hasta la momificación.

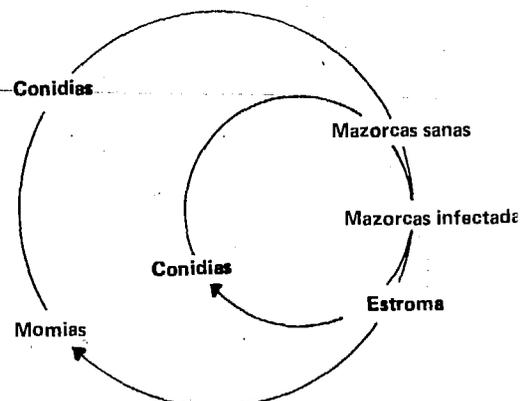
### 4. Epidemiología

Se conoce, por observaciones ocasionales y estudios especiales, que las infecciones son favorecidas por condiciones de alta humedad y temperatura. Sin embargo, todavía se necesita conocer los rangos respectivos y la interacción más favorable de estos factores, como paso hacia la zonificación del cultivo en diferentes áreas y para explicar por qué a veces parece tener definida localización geográfica.

Las esporas que se producen sobre mazorcas enfermas son fácilmente transportadas por el viento y otros agentes, incluidos los seres humanos, hacia otras mazorcas donde reinician la infección.

Experimentalmente se ha establecido, que las esporas que permanecen en los frutos momificados pendientes de los árboles conservan su viabilidad hasta ocho meses después, por lo que se considera la principal fuente de inóculo primario. En cambio, si las mencionadas mazorcas se separan del árbol, dejándolas sobre el suelo, la viabilidad disminuye rápidamente desapareciendo en dos o tres meses.

Figura 30.  
Ciclo de infección de Monilia (*M. rozeri*)  
en cacao



## 5. Métodos de control

### a. Control cultural

A la luz de los estudios de sobrevivencia antes mencionados, la práctica de tumbar los frutos enfermos y dejarlos en el campo para su degradación natural, ha dado excelentes resultados, a partir del segundo año de su aplicación. El costo adicional que implica no es limitante para el agricultor, porque lo puede hacer conjuntamente con la labor de cosecha.

Para un mejor éxito de la práctica, éste deberá tener carácter acumulativo e integral, mientras mayor sea el área incluida, más rápido disminuirá el inóculo. Asimismo, mientras más años consecutivos se la practique, mayores serán sus beneficios, puesto que al disminuir la presión del inóculo será más factible la aplicación de otros métodos de control. Esta recomendación es válida para las demás enfermedades del cacao.

### b. Control químico

Existen algunos fungicidas protectores de base cúprica y orgánicos que combaten a *M. roleri*; la dificultad estriba en mantener cubierta o protegida la mazorca durante su período de crecimiento rápido (3 meses iniciales) y con lluvias intensas. En lugares donde la mayor parte de la producción se concentran en las ramas de los árboles, como en el Ecuador, la cobertura es aún más difícil.

Se puede obtener un control efectivo de la moniliasis y escoba de bruja en plantaciones de cacao cuya producción sea en ramas bajas o troncos mediante aplicación dirigida a los frutos de Clorotalonil (0,6 kg i.a./ha), Oxido cuproso (0,5 kg i.a./ha) o zineb (1,0 kg i.a./ha), en aplicaciones cada 7 ó 15 días dependiendo de la intensidad de las lluvias de la época. Dichas aspersiones deben hacerse durante tres meses, a partir de los picos o curvas más intensos de floración con lo que se protegerá el mayor porcentaje de la cosecha.

De cualquier manera, los mayores éxitos en el uso de químicos en cultivos perennes como el cacao, dependen paralelamente de que se proporcione un buen manejo a la plantación, para que ésta produzca al máximo y la inversión en productos químicos sea rentable.

### c. Resistencia

Rorer, en 1911, hizo repetidas referencias a la baja incidencia de la enfermedad en el cacao "Nacional" típico del Ecuador y hay observaciones similares en relación al "Criollo" de Colombia. De aquí se puede inferir, que siendo el hongo indígena del oeste de Los Andes, el cacao "Nacional" y "Criollo" habrían desarrollado resistencia en la evolución de este patosistema.

Con la introducción de cacao foráneo en grandes cantidades, se rompe el equilibrio, al ofrecerse un hospedero muy susceptible. Actualmente se cree que a causa del largo tiempo que esta enfermedad y la escoba de bruja han estado establecidas a niveles endémicos y epidémicos alternadamente, la densidad o cantidad de inóculo en el ambiente puede estar enmascarando cualquier posible resistencia. Sin embargo, se hacen apreciables ciertas diferencias de susceptibilidad dentro de las plantaciones y ha sido posible seleccionar algunos cultivares con resistencia a monilia como EET-233, EET-386, EET-387.

Por otra parte, las mazorcas en general ofrecen cierta resistencia al ataque de monilia, cuando éste se produce después de los tres y medio meses de edad del fruto. De ahí la necesidad de proteger los frutos, principalmente durante sus tres primeros meses de desarrollo.

### C. MAL DE MACHETE

Causada por el hongo *Ophiostoma (Ceratokystis) fimbriata*, Ellis & Halsted perteneciente al orden de los Ascomicetos, se la reportó por primera vez en el Ecuador en 1918. Posteriormente, ha sido reportada en otros países de Centro y Sur América únicamente.

El hongo siempre infecta el cacao por medio de lesiones causadas en el tronco o ramas bien sea por herramientas o desgarramiento natural. Los primeros síntomas visibles son clorosis y marchitez de las hojas, momento en que el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de 2 a 4 semanas todo el follaje se seca y muere, permaneciendo las hojas adheridas a la planta. El tiempo que tarda en morir un árbol depende de su grado de tolerancia y de las condiciones ambientales.

La enfermedad está casi siempre asociada con ataques de insectos perforadores de corteza del género *Xyleborus*. Estos coleopteros no transmiten el hongo pero si ayudan a diseminarlo dentro del árbol. Además, cuando estos penetran la corteza de árboles enfermos, sacan las esporas de *C. fimbriata* mezcladas con el aserrín proveniente de las galerías, favoreciendo su diseminación por el viento e insectos. Se ha observado que estos taladradores muestran una preferencia definida por atacar árboles ya infectados, pues se alimentan de las esporas y micelio del hongo.

El mal de machete también se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas, particularmente aquellas que se usan durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. De manera que un método para evitar la enfermedad consiste en desinfectar las herramientas antes de usarlas en cada árbol con formol comercial (mezcla de agua y formol en la proporción de 6:1). También es importante evitar daños innecesarios a los árboles durante estas labores. Se recomienda cubrir las heridas especialmente las más grandes, que se realizan durante las podas, con alquitrán o alguna pasta fungicida a base de cobre o el fungicida benomyl.

Las ramas infectadas o los árboles muertos por la enfermedad, deben quemarse necesariamente fuera de la plantación.

Hasta la fecha, el mal de machete ha sido imposible de controlar en árboles adultos por medios químicos, en plántulas se ha podido disminuir el ataque utilizando fungicidas a base de benomyl. La forma disponible y más eficaz es utilizar cultivares resistentes, tales como los clones IMC-67, Pound 12, EET-399, EET-400, cuya semilla se recomienda usar como patrón de injerto para multiplicación de material vegetativo. x

#### D. MAZORCA NEGRA O FITOFTORA

De todas las enfermedades que atacan al cultivo del cacao en el mundo, la causada por *Phytophthora* spp. es la de mayor difusión y ocupa el primer lugar como causa de pérdidas de la cosecha. Por esta razón ha sido ampliamente estudiada, en Brasil y Africa principalmente.

Es causada por hongos Phycomycetos del género *Phytophthora*. Hasta la fecha se han identificado las siguientes especies: *P. palmivora*; *P. parasítica*, *P. magasperma* y *P. siringae*. Debido a su amplia distribución en todos los países cacaoteros y que ataca más de 40 familias botánicas, es difícil saber exactamente dónde y cuándo se lo observó por primera vez en cacao. La especie más difundida es *P. palmivora* y se estima es la principal especie en el Ecuador.

La mazorca negra es de presencia más bien ocasional en la zona cacaotera del país y no alcanza la gravedad de las antes mencionadas moniliasis y escoba de bruja. Por esta razón, la investigación sobre esta enfermedad en el Ecuador, se ha reducido a observaciones que comprueban lo establecido en otros países.

Aunque el hongo puede atacar diversas partes del árbol, el daño más grave ocurre en las mazorcas, las que pueden ser atacadas en cualquier etapa del desarrollo produciendo una mancha café oscura de margenes ligeramente irregulares. En los lugares donde la esporulación se ve favorecida, pronto se forma una capa cremosa o gris de abundantes esporas.

La enfermedad es de rápido desarrollo en mazorcas inmaduras, la lesión avanza interna y externamente a la misma velocidad descomponiéndolas en 3 a 7 días; si está cerca de la madurez, las almendras resisten la infección hasta unos 7 días. Una mazorca infectada tiene un olor sui-géneris que recuerda al pescado de mar, especialmente al abrirla.

---

Además de las pudriciones de las mazorcas, el hongo causa lesiones cancerosas en el tronco y marchitamiento, principalmente en chupones, troncos, ramas y hojas. El desarrollo de la lesión en éstos es similar en ciertos aspectos. Siempre comienza con un oscurecimiento del tejido, seguido por necrosis húmeda, donde se producen las esporas del hongo. Esta forma de infección está, posiblemente, más difundida de lo que se cree.

Las esporas se diseminan por el viento, la lluvia, insectos y otros animales. Las mazorcas enfermas pueden infectar el cojínete produciendo un cáncer y constituyéndose en una amenaza para la siguiente cosecha, pues lo destruyen.

El factor más importante para el desarrollo de esta enfermedad, es la lluvia combinada con temperaturas de 18-20°C. Afortunadamente, las condiciones climáticas en el área cacaotera ecuatoriana, en general no favorecen la presencia de la enfermedad; pues, en los meses de julio-septiembre, cuando la temperatura sería la adecuada para su producción, no hay suficiente humedad en el ambiente.

Como medida general de control se recomienda la aplicación de fungicidas a base de oxycoloruro de cobre, oxido cuproso e hidroxido de cobre a 3 y 4% para aplicaciones de alto volumen a intervalos de 10 a 21 días de acuerdo a la cantidad de fruto, su edad y cuando las condiciones atmosféricas favorezcan la presencia de fitoftora.

## E. OTRAS ENFERMEDADES

### 1. Marchitamiento prematuro de las mazorcas

Durante algunos años, el marchitamiento de frutos jóvenes o "cherelles" fue causa de mucha preocupación y la literatura presenta abundante referencia en relación al problema.

Este fenómeno se caracteriza por un amarillamiento de los frutos antes de los 80 días de edad, seguido de secamiento y momificación del mismo, que permanece adherido al tronco por mucho tiempo. En este sentido es un fenómeno parecido al que presentan muchos otros frutales, como un mecanismo fisiológico para eliminar la competencia entre frutos en desarrollo.

Estudios realizados en Trinidad, Costa Rica y Brasil indican como causales del marchitamiento fisiológico, una mayor competencia por sustancias nutritivas o de los fotosintetizados entre las mazorquitas en activo crecimiento y nuevas brotaciones, o en la presencia de buen número de mazorcas adultas en el mismo árbol.

Con la mayor actividad fotosintética de la planta, disminuye el problema. En cambio este aumenta en situaciones de tensión o "stress" como sequía prolongada, o baja acentuada de temperatura. De los cherelles marchitos se ha podido aislar microorganismos como *Fusarium* y *Verticilium*, pero se conoce que éstos son saprófitos colonizadores de tejido en proceso de necrosis y no se pueden considerar causal de la marchitez.

En las zonas cacaoteras ecuatorianas también es posible observar el marchitamiento de 'cherelles', especialmente en la zona sur (Naranjal-El Oro), sin embargo, se confunde con el síntoma de infección por "monilia" o "escoba", pudiendo ser estas enfermedades las causantes del 60-80% de la marchitez de mazorcas de menos

de 80 días de edad en nuestro medio. Esto se puede comprobar a nivel de campo, especialmente en invierno, cuando se observa la esporulación característica de monilia en algunas de éstas mazorquitas.

Un buen estado nutritivo y de manejo de la plantación es la mejor forma de control.

## 2. Bubas o agallas de cacao

Las bubas o agallas del cacao consisten en hipertrofia y crecimiento anormal de los cojinetes florales, se reporta por primera vez en Guyana en 1901 y ha sido luego encontrada en la mayoría de los países productores aunque con intensidad visible. Se han identificado cinco tipos diferentes de bubas, pero solamente dos son de importancia, la buba o agalla de puntos verde, causada por el hongo *Calonectria (Fusarium) regidiuscula* y la buba floral, cuyo agente causal se desconoce.

Las pérdidas ocasionadas por las bubas son difíciles de evaluar, sin embargo, éstas pueden ser extensas debido a que los cojinetes atacados florecen abundantemente, pero no forman mazorcas, éste es un síntoma que puede confundirse a veces con características de incompatibilidad intrínseca de algunos árboles de cacao. Las agallas pueden ser responsables de la lenta pero persistente declinación de la producción de mazorcas, experimentada en muchas regiones cacaoteras del mundo. En el país, si bien la enfermedad se halla presente en casi todas las áreas cacaoteras, no alcanza niveles económicos dignos de tenerse en cuenta por el momento.

## 3. Pudrición negra de las mazorcas

Causada por el hongo deuteromiceto *Botryodiplodia theobromae* Pat. Se caracteriza por manchas negras que van recubriendo poco a poco la totalidad del fruto, el cual presenta la apariencia de estar recubierto de hollín. Esta enfermedad se encuentra en toda la zona cacaotera especialmente en frutos sobremaduros o con heridas; puede así mismo, atacar los tejidos heridos de las ramas jóvenes provocando "puntas desnudas".

## 4. Antracnosis

Debido a *Colletrotrichum gloesporifides* Prus, hongo deuteromiceto como el anterior, es otra enfermedad fungosa que puede afectar a las mazorcas y brotes de cacao.

En general, ataca principalmente a las mazorcas jóvenes, sobre las cuales aparecen primero manchas pardas con depresiones, cuyo centro pronto se cubre de pequeñas estructuras rosadas constituidas por las fructificaciones del hongo. En mazorcas adultas los ataques se dan a consecuencia de heridas (picaduras de insectos) o de contaminación previa por *C. pernicioso*.

En los brotes, por el contrario, la enfermedad es más grave, pues llega a provocar una defoliación completa, causando las "puntas desnudas". Defoliaciones repetidas de los brotes jóvenes de una rama pueden causar la muerte de ésta y la formación de una falsa "escoba de bruja". Esta alteración se manifiesta mayormente durante la época seca. La enfermedad es frecuente en plántulas y la contaminación por las esporas se hace a partir de las salpicaduras del suelo en el momento de las lluvias o de riego en los propagadores.

#### 5. Muerte regresiva

La enfermedad conocida como muerte regresiva o "die back", ocurre en los brotes y ramas terminales, pudiendo causar también algunos problemas en cacao. Este trastorno es ocasionado por una interacción compleja de varios factores, tales como: sombra inadecuada, baja fertilidad del suelo, mal drenaje y ataques de cápsidos, monalonium, trips y de los hongos *Colletotrichum gloeosporioides*; *Botrydiploia theobromae* y *Calonectria rigidiuscula*. Siempre que el árbol de cacao es afectado en un ambiente adverso se debilita y predispone el ataque por parte de insectos y hongos. Esta situación favorece la muerte de brotes y ramas terminales, con la aparición de las "puntas desnudas" o "astas de venado".

#### 6. Enfermedad causada por algas

Tres especies de algas pertenecientes al género *Cephaleuros* causan alteraciones en cacao. Los signos son pequeñas manchas redondeadas, de color anaranjado amarillento o rojo herrumbre, que se forman sobre el haz de las hojas y ramas tiernas.

Solamente son atacados los árboles debilitados por causas ambientales como sequías prolongadas, de modo que no causa daño cuando las condiciones de crecimiento son buenas. La "herrumbre" se ha encontrado en plantas de cacao de tres a cuatro años cuando se retira la sombra provisional y los árboles de sombra permanente no son todavía suficientemente grandes para proveer un sombrío adecuado a la plantación.

En nuestro medio, cuando la estación seca es muy acentuada, el problema del alga roja puede defoliar considerablemente las ramas afectadas. Aunque los árboles presentan buena recuperación al inicio de las lluvias, defoliaciones repetidas por ésta u otras causas, inciden en una disminución de la producción y puede llegar a causar la muerte de la planta.

#### 7. Virosis

Las enfermedades virósicas más severas existen exclusivamente en el Africa, donde se les denomina virus de los brotes hinchados (CCSSV), debido a la hipertrofia de brotes que constituyen el síntoma característico. Por lo tanto, se recomienda estrictas medidas de cuarentena entre Africa y América, para evitar su entrada a esta última.

## 8. Métodos de control

La presencia de pudrición negra, antracnosis, muerte regresiva y daños por algas, debe en realidad considerarse síntomas de una plantación descuidada; en consecuencia, el control de casi todas estas enfermedades radica, básicamente en proporcionar a la plantación buenas prácticas de manejo por medio de mantenimiento de sombra adecuada, fertilización y riego o drenajes cuando sea necesario.

En casos específicos como al rehabilitar una huerta, estas enfermedades son de fácil control con fungicidas orgánicos como maneb y zineb, así como con aquellos a base de Cobre.

## F. ENFERMEDADES DE LAS RAICES

Las enfermedades de raíces más importantes son causadas por hongos del género *Rosellinia* spp., *Armillaria* sp. y *Collostilbe* sp. Estas causan, de tiempo en tiempo, la pérdida de unos pocos árboles y se encuentran con más frecuencia en las huertas sembradas en los bosques parcialmente entresacados o talados.

Los síntomas comunes del ataque de algunas enfermedades de las raíces son repentino amarillamiento y marchitez de las hojas, que se tornan de color pardo y caen después de que el árbol muere. El método más comunmente adoptado para su control es cortar y quemar los árboles afectados.

## G. ENFERMEDADES EN PLANTULAS (VIVEROS)

En el país no se conoce de ninguna enfermedad del cacao que pueda ser transmitida por semilla. Por lo tanto, semilla proveniente de mazorcas sanas, sembrada en el suelo suelto, desinfectado y con buena dotación de nutrientes, debe dar por resultado una plántula vigorosa con buen potencial de desarrollo.

Cuando no se cumplen estas condiciones tenemos una pobre emergencia de plántulas en los semilleros o aquellas que emergen muestran podredumbre húmeda a nivel del cuello, tallo muy fino de aspecto débil que se dobla y muere en poco tiempo.

Puede suceder también que las plántulas con un desarrollo inicial bueno, súbitamente lo detienen y luego se amarillan y marchitan.

Estas enfermedades se pueden producir a causa de deficiencias nutricionales en el suelo y por toxicidad a consecuencia de una aplicación excesiva o inadecuada de químicos; pero, más frecuentemente ocurren por ataque de hongos. Los géneros *Phythium*, *Phytophthora*, *Rizoctonia* y *Fusarium* son los más comunes en nuestro medio. Ocasionalmente se han aislado también especies de *Verticillium* y *Colletotrichum*.

En cualquiera de estos casos de ataque de micro-organismos, generalmente las plántulas afectadas mueren y es necesario retirarlas de los semilleros para evitar acumulación de

- , 1979. Seminario sobre "Vassoura de bruxa" cacao *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer Boletín único 67. Brasil 19 p.
- DELGADO, J.C.* 1974. Studies on *Marasmius perniciosus* Ph.D. Thesis, University of Florida, U.S.A. 81 p.
- DELGADO & COOK, A.A.* 1976. Nuclear conditions of the basidia, basidiospores and mycelium of *Marasmius perniciosus*. Canadian Journal of Botany 54 (1).
- DESROSIERS, R. & SUAREZ, C.C.* 1974. Monilia podrot of cacao. In Phytophthora disease of cocoa (ed. P.H. Gregory). Longman, England. pp. 273-277.
- ENRIQUEZ, G.A. y SORIA, V.J.* 1977. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 35 p.
- ENRIQUEZ, G. & SUAREZ, C.C.* 1979. Monilia disease of cocoa in Costa Rica. Turrialba, 28 (4): 339-340.
- EVANS, H.C., EDWARDS, D.F. and RODRIGUEZ, M.* 1977. Research on cocoa disease in Ecuador; past and present. Pans 23(1): 68-80.
- GREGORY, P. H. ed.* 1974. Phytophthora disease of cocoa. Longman, London. pp.
- HARDY, F.* 1960. Cacao manual. Interamerican Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica. pp.
- JORGENSEN, H.* 1970. Monilia pod rot of cacao in Ecuador. Turrialba. 15: 4-13.
- ORELLANA, R.G.* 1956. Occurrence of Monilia podrot and other cacao disease in eastern Panamá. Plant Protection Bull, F.A.O. 4: 168-169.
- POUND, F.J.* 1938. Cacao and witches'broom disease (*Marasmius perniciosus*) of South America. With notes on other species of *Theobroma*. Report on a visit to Ecuador, the Amazon valley and Colombia, April 1937-April 1938. Yuille's Printerie, Trinidad. 58 p.
- RORER, J.B.* 1918. Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao. Reporte presentado a la Sociedad de Agricultores del Ecuador. Guayaquil (mimeografiado). pp.
- 
- , 1926. Ecuador cacao. Tropical Agr. Trinidad 3, 46-47 & 68-69.
- SOLORZANO, G.* 1977. Factores ambientales involucrados en la producción de basidiosporas y en la diseminación de basidiosporas de *Marasmius perniciosus* Stahel. Tesis Ing. Agr., Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. 49 p.

## XII. INSECTOS DEL CACAO

Vicente N. Páiz  
Jorge R. Mendoza

El medio ecológico natural en el cual se desarrolla el cacao en el Ecuador, ha creado condiciones favorables para un elevado número de insectos que están asociados a este cultivo.

En una plantación de cacao ,además de los insectos polinizadores existe otra clase de insectos benéficos especialmente parásitos y predadores, los cuales controlan a los insectos-plagas que atacan a las plantas.

Con el objeto de dar un mejor manejo entomológico al cultivo, en este manual se ofrecen algunos conocimientos sobre insectos polinizadores e insectos-plagas, a fin de facilitar el reconocimiento y las normas más adecuadas para el control de plagas.

### A. INSECTOS POLINIZADORES

La polinización del cacao es básicamente entomófila, el tamaño y la disposición de las estructuras florales del cacao no contribuyen a facilitar la polinización a través de otros agentes naturales. Además, el polen es muy pegajoso y los órganos reproductivos están separados entre sí por una doble barrera física; las anteras están alojadas en el interior de las "cogullas" de los pétalos y el estigma está protegido por un cerco que forman los estaminoides. Todo esto dificulta el proceso de la autopolinización y aún más la polinización cruzada.

A nivel mundial se citan varias especies de insectos que actúan como polinizadores del cacao, en nuestro país se han encontrado algunas especies visitando la flor entre las que se mencionan: *Frankliniela parvula* Hood (Thripidae); *Toxoptera auranti* B. de Fonse (*Aphididae*); *Solenopsis* sp.; *Pheidole* sp.; *Wasmannia auropunctata* (Roger); *Crematogaster* sp.; *Paratrechina* sp.; *Brachimirmex* sp.; (Formicidae); y *Forcipomyia* spp; (Ceratopogonidae). Esta última familia (Ceratopogonidae) se considera como la responsable de un alto porcentaje de polinización natural. Estos insectos son los únicos capaces de volar distancias apreciables y acarrear consigo grupos de más de cuarenta granos de polen y además, su tamaño pequeño les permite entrar en las "cogullas" de los pétalos.

Estudios realizados, en nuestro país, sobre la dinámica y fluctuación poblacional de *Forcipomyia* spp. indican que la población de estas mosquitas es mayor durante la época lluviosa. Las cáscaras de cacao y la hojarasca o "mulch" son los substratos orgánicos sobre los cuales, preferentemente, se desarrollan los estadios inmaduros de estos insectos. Para aumentar la población de mosquita y consecuentemente su acción polinizadora, se recomienda preservar y en lo posible aumentar los sitios de crianza. Una práctica aconsejable al momento de la cosecha, es dejar regados los cascarones lo más uniformemente posible en la plantación o, en el caso de hacer montones o "pilos", éstos deberían ubicarse en diferentes sitios dentro del cacao.

## B. INSECTOS PLAGA

Existen varias especies de insectos que causan daños al cultivo del cacao en el Ecuador; sin embargo, son pocos los que alcanzan importancia económica. En general, las poblaciones de insectos dañinos se ven considerablemente reducidas mediante el control natural que ejercen los insectos benéficos además las condiciones que permiten un crecimiento vigoroso del árbol, disminuyen el efecto dañino de los insectos-plaga.

Todas las medidas tendientes a proteger el cultivo contra los insectos-plaga deben ser compatibles con los otros componentes del agro-ecosistema, en especial con los insectos polinizadores. El combate contra los insectos-plagas debe realizarse en forma integrada, a fin de lograr resultados económicos y ecológicamente satisfactorios.

A continuación se hace una breve descripción de las plagas más importantes del cacao, sus hábitos y algunas recomendaciones para su control.

### 1. Polillas del tronco, *Xyleborus* spp. (Coleóptera: Scolytidae)

El insecto en su estado adulto es de color rojo-parduzco y su tamaño por lo general oscila entre 2 a 3 mm de longitud. Las larvas son de color blanco-cremoso y se alimentan del micelio de hongos que crecen en el interior de las galerías de cría, lugar en el que permanecen hasta completar el ciclo de vida del insecto.

Estos escolítidos son peligrosas plagas del cacao, cuyos daños están asociados al hongo *Ceratocystis fimbriata*, agente de la enfermedad conocida con el nombre de "mal del machete", asociación que generalmente causa el marchitamiento y muerte de los árboles atacados.

El daño es causado por los adultos; los cuales atacan las plantas ocasionándoles gran número de perforaciones y galerías, independientes unas de otras, pero, en algunos casos se entrecruzan, presentando forma de serpentina. En ellas colocan los huevos, los cuales eclosionan y las larvas continúan su crecimiento hasta llegar a adultos.

El ataque de estos insectos está confinado principalmente a la parte basal del tallo, alcanzando en algunas oportunidades la zona radicular más cercana a la superficie. Sobre la corteza y al pie de las plantas atacada, se presentan montoncitos de aserrín muy fino, característico del ataque de estos escolítidos.

Para el control de esta asociación insecto-hongo se ha integrado una serie de medidas a fin de hacer frente al problema. Controles de tipo cultural tendientes a disminuir ambos miembros del complejo, deben ser tomados en cuenta a fin de reducir las pérdidas en los cacaotales infectados. Dentro de estas medidas se pueden enumerar los siguientes:

- Cortar y quemar los árboles atacados, ya que en ellos además de persistir el hongo pueden producirse varias generaciones de insectos

- Resembrar con plantas que presenten resistencia al hongo *C. fimbriata*.
- Cortar y quemar árboles secos maderables de sombra, dentro del cacaotal; ya que en ellos proliferan gran cantidad de coleópteros perforadores que en un momento determinado puede acentuar los daños en el cacao.

En áreas en donde existen árboles atacados por el insecto y está presente la enfermedad, es conveniente proteger los troncos de árboles adyacentes. Para ello se deberá aplicar con brocha, desde la base hasta 1,5 m de altura, una mezcla de: 1 lt de endosulfán 35 EC y 20 kg de cal por cada 50 lt de agua.

También ha dado buenos resultados aplicaciones de 1 lt de endosulfán 35 EC en 50 lt de agua en aspersiones con bombas de mochila, dirigidas al tronco del árbol.

## 2. Mosquilla del cacao, *Monalonium dissimulaton* (Hemíptera, Miridae)

La mosquilla del cacao es un insecto de tamaño mediano, que en su fase adulta, mide 15 - 17 mm de largo, los machos son ligeramente más pequeños (lámina 3). En estado ninfal, el insecto es de color rojo amarillento, con antenas y ojos negros y patas negras con bandas amarillas. En la fase adulta, sus alas son de color amarillento-rojizo con bandas transversales negras, cabezas, antenas negras y abdomen amarillo.

Para la oviposición, la hembra con su estilete bucal perfora la corteza del fruto, acondiciona una cámara receptiva donde introduce el ovipositor y deposita un huevecillo blanquesino, blando y delgado. El huevecillo se incuba entre 6 y 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Las ninfas recién nacidas comienzan enseguida a alimentarse, causando daño a las mazorcas. En el transcurso de 20 días pasa por cinco instares ninfales y emerge el adulto cuya longevidad varía entre 6 y 8 días. De esta forma el insecto cumple su ciclo biológico aproximadamente en 35 días.

Siendo un insecto chupador, tanto adultos como formas jóvenes se alimentan sobre las mazorcas de cualquier tamaño y color. Durante el proceso de alimentación, parece que el insecto inyecta algún tipo de toxina, lo cual acelera la muerte de las células que rodean la picadura.

Las mazorcas atacadas presentan manchas necróticas circulares de aproximadamente 4 mm de diámetro, causados por la picadura del insecto. En condiciones de alta infestación estas manchas se unen entre sí, teniendo las mazorcas una apariencia seca y petrificada, cubierta de micelio y esporas de hongos.

El fruto puede ser atacado en cualquier período de desarrollo, ocasionando daños variables según el caso. Los frutos jóvenes de 7 a 12 semanas y de 10 a 12 cm de

desarrollo, pronto se tornan negros, endurecen y mueren. Mazorcas de mayor tamaño pueden ser cosechadas, aunque, a veces, se observa atrofias y menor tamaño de las almendras.

Aparentemente, la disminución de las lluvias coinciden con el aumento de las poblaciones, así mismo, la sombra deficiente tiene influencia sobre el desarrollo de las mismas. Además, existen plantas hospederas, primordialmente musáceas, esterculiáceas y bombacáceas, que albergan al insecto, haciendo más difícil su control.

Para evitar poblaciones peligrosas del insecto, se recomienda revisar periódicamente el cultivo en busca de mazorcas infestadas, siendo necesario quemarlas o enterrarlas.

Una sombra regulada, la poda, deshierbas y la eliminación de plantas parásitas y musgos ayudan a mantener una población controlada del insecto.

### 3. *Trips, Selenotrips rubrocinctus* (Thysanóptera, Thripidae)

El insecto en su estado adulto es de coloración negra y de tamaño pequeño, mide aproximadamente de 1 a 1,5 mm de longitud. Las ninfas (estado inmaduro) son amarillas con una banda roja que rodea la base del abdomen. Estas mantienen levantado la punta del abdomen mientras camina, cargando una pequeña gotita de excremento líquido suspendida en los pelos terminales del mismo. Estas gotas se desprenden periódicamente cayendo sobre la superficie de la hoja o fruto, donde se secan y forman puntos bronceados o parduzcos. La especie de moteado, causado por la presencia de muchos de estos puntos, sobre los tejidos parcialmente secos o plateados son característicos del daño que causan los trips.

Los huevos son puestos debajo de la cutícula de la hoja, en la cara inferior. Las larvas y las ninfas son gregarias y con numerosas picaduras llegan a matar las hojas, que al principio se decoloran, luego amarillan y toman finalmente un matiz herrumbroso antes de caer. Un árbol severamente atacado puede responder a nuevas brotaciones y los renuevos a su vez pueden ser infestados. Los ataques repetidos pueden matar las ramas. Cuando los trips atacan las flores, provocan su marchitamiento por el continuo succionar de líquidos.

Las mazorcas también son atacadas; aunque este daño es menos importante que el del follaje. El color pardo sucio que adquieren las mazorcas como consecuencia del daño ocasiona dificultades en el momento de la cosecha. Se hace difícil determinar el grado de madurez de las mazorcas lo que induce a que se cosechen frutos inmaduros con almendras no aptas para el beneficio.

Los ataques están ligados a años y épocas de fuertes sequías y, aún más, a una alteración del medio ecológico, que podría resultar de la eliminación súbita del sombreado. Por otra parte el ataque de trips es más grave en los suelos en que

Para un control efectivo de estos insectos es importante, ante todo, restablecer en las plantaciones condiciones micro-climáticas favorables y mostrarse muy prudente en el uso de los insecticidas.

#### 4. Afidos o pulgones, *Toxóptera auranti* ( Homóptera: Aphidae )

Estos insectos son bastante pequeños (0,5 a 1,0 mm de longitud) de forma globosa, de color gris oscuro, se agrupan en colonias formadas por numerosos individuos en diferentes estados de desarrollo. Se alimentan de la savia y viven en asociación con hormigas, debido a que las secreciones azucaradas que producen sirven a éstas de alimento. Las hormigas a su vez protegen a los afidos de sus enemigos naturales.

Aunque el daño es casi imperceptible para los agricultores, ocasionan cierta disminución en la producción, al impedir la formación de frutos, necrosis y muerte de los brotes afectados. Además, estos insectos podrían ser vectores de enfermedades virósas.

Las medidas culturales recomendadas para el control de trips son igualmente eficaces para los afidos.

#### 5. Cochinillas, *Pseudococcus citri*, *Planococcus* sp. (Homóptera: Coccidae)

Las cochinillas se localizan en tallo, hojas, brotes, frutos y cojinetes florales. El ataque de estos insectos en los frutos pueden ocasionar marchitamiento de la mazorca, deformación o retraso en la maduración. Es muy común observar las cochinillas asociadas con hormigas, presentándose un fenómeno simbiótico, en donde las hormigas se alimentan de las secreciones azucaradas o cerosas de las cochinillas y éstas, a su vez, reciben protección de las hormigas.

#### 6. Roedor de la mazorca del cacao o medidor *Peosina mexicana* ( Lepidóptera Geometridae).

El adulto es una mariposa de tamaño mediano, color café, con manchas blanquecinas a manera de una raya horizontal en las alas anteriores y un semicírculo blanco en el borde exterior de las alas posteriores. La mariposa mide aproximadamente 20 mm de largo y 60 mm de expansión alar.

La larva es delgada, de cuerpo liso, de color gris o café oscuro. Tiene tres pares de patas torácicas y cuatro pares de pseudopatas en el abdomen, ubicadas en el cuarto, quinto, sexto y décimo segmento abdominal. Esta característica hace que la larva al caminar doble o jorobe hacia arriba la parte media del abdomen, de donde toman su nombre vulgar de "medidores".

Esta plaga hace su aparición durante la época lluviosa, especialmente en los meses

de febrero, marzo y abril. La población comienza a descender a partir del mes de mayo, hasta desaparecer en la época seca.

El daño es ocasionado por la larva, que roe la mazorca en sus distintos estados de desarrollo. La larva actúa con gran avidez, ocasionando numerosas galerías irregulares en la superficie del fruto y en ciertos casos del pedúnculo y brotes tiernos. Cuando los ataques de estas larvas son intensos, destruyen gran número de frutos, los cuales mueren debido al efecto directo o a infecciones por hongos.

Por tratarse de una plaga de comportamiento cíclico, es recomendable realizar inspecciones frecuentes en las huertas de cacao durante la época lluviosa, para detectar oportunamente su presencia y niveles de daño.

Se ha determinado que la poda y sombra deficiente, así como la presencia de malas hierbas, son favorables al incremento de esta plaga; por lo tanto, prácticas culturales tendientes a regular estas condiciones, contribuyen al éxito de un buen control.

#### 7. \* Esqueletizadores de las hojas, *Stenoma cecropia*, *Cerconota dimorpha* (Lepidoptera: Stenomidae)

Los gusanos esqueletizadores constituyen una de las plagas más importantes del cacao. En nuestro país son conocidas dos especies: *Stenoma cecropia* Meyrick y *Cerconota dimorpha* Duckworth.

El insecto *S. cecropia* Meyrick, en su estado adulto es de color café con manchas y líneas marrón oscuro en las alas interiores, poco activo y permanece oculto entre las hojas, principalmente en el envés, donde la hembra oviposita los huevecillos en forma dispersa. Cinco días después de la postura eclosionan las larvitas, las cuales permanecen en el mismo sitio, alimentándose de la superficie de las hojas. El desarrollo larvario pasa por cinco estadios y tarda aproximadamente 60 días. La larva empupa en el interior de un cartucho que ella misma construye durante su desarrollo con restos vegetales, excrementos y secreciones. El período de pupa tarda de 16 a 18 días, al final del cual emerge el adulto que vive aproximadamente 3 a 4 días, lo que representa un total de 85 días para su ciclo de vida.

Las larvas esqueletizadoras viven entre las hojas, a las que juntan con hilo de seda que ellas mismas excretan, comiendo todo el tejido parenquimático, excepto las venas y una delgada cubierta de la epidermis. Cuando el ataque es severo, las hojas se desprenden prematuramente o quedan adheridas mediante un tejido hecho con hilo de seda y deyecciones del insecto.

El *Cerconota dimorpha* Duckworth, en su estado adulto es de color cenizo brillante y en reposo presenta forma triangular. La hembra realiza las oviposiciones durante la noche, localizando el mayor número de huevos en el envés de las hojas, en forma dispersa junto a las nervaduras y en la zona intervenal. La

duración del ciclo de vida es aproximadamente 64 días, que corresponde: período de incubación, 4-6 días; desarrollo larvario con siete estadios. 44 días; período pupal, 10 días y longevidad del adulto, 6 días.

Finalizando el período de incubación, la larva permanece quieta, para luego dirigirse a la nervadura principal o secundaria y comienza a alimentarse del parénquima y construir su nicho. En sus primeros estadios la larva sólo esqueletiza dando a la hoja un aspecto de criba o cedazo, pero a partir del cuarto hasta el séptimo estadio, se convierte en un voraz defoliador, dejando sólo las nervaduras principales y secundarias y en algunos casos ni éstas. La larva, hasta completar su desarrollo devora un sinnúmero de hojas, las cuales son pegadas unas con otras, formando visibles túneles con sinuosos recorridos. La oruga muy cerca de la pupación, deja de alimentarse y comienza a formar su cocón con hilos sedosos y excrementos, protegidos entre las hojas. Si hay disturbios en las plantas se cuelgan por un hilo que ellas fabrican y descienden al suelo para pupar entre las hojas secas o en la tierra.

Las poblaciones más altas de los "gusanos esqueletizadores de las hojas", se presentan en época seca; reduciéndose durante la estación lluviosa. Probablemente, se debe a que las precipitaciones favorecen el desarrollo de microorganismos (hongos, bacterias) e insectos benéficos que ejercen un control natural sobre esta plaga. Debido a su hábito de protegerse son de difícil control químico.

8. Larvas defoliadoras, *Rhescyntis (Arsenura) drucei* Schaus, *Eacles masoni* Schaus, *Hyperchiria nauseica* Cramer, *Dirphia guaesita* Draudt, *Sphingicampa* sp. (Lep. Saturniidae); *Apatelodes costaricensis* Draudt, *Apatelodes* sp. (Lep.: Apatlodidae); *Sibine* sp. (Lep.: Limacodidae).

Los insectos conocidos vulgarmente como defoliadores del cacao comprenden un gran número de especies del orden Lepidóptera, los cuales consumen vorazmente el follaje de las plantas. Se presentan esporádicamente, al inicio de la época lluviosa, con mayor intensidad en los meses de febrero y marzo. Las larvas consumen las hojas desde el borde hacia la nervadura central. Cuando el ataque es elevado pueden defoliar totalmente el árbol llegando a destruir los brotes y frutos tiernos.

Para el combate de estos insectos es necesario proveer condiciones favorables para el cultivo, tales como: sombra apropiada, eliminación de malezas, podas, etc. Bajo estas condiciones la acción de parásitos y predadores entomófagos es más efectiva, lo que permite mantener sus poblaciones en niveles que no causen daños de consideración económica.

9. Cicadélidos, *Agallia* sp. *Tetiigella* sp. (Homóptera Cicadellidae)

Son insectos minúsculos de 1,5 a 3 mm de longitud, que pican las hojas jóvenes, las mismas que se abarquillan y cuya parte apical del limbo se necrosa.

Los resultados hasta ahora obtenidos señalan que estos insectos pueden ocasionar, además del corrugamiento, una fuerte atrofia de las hojas con necrosamiento de los bordes apicales, manifestando así, una sintomatología parecida a la provocada por deficiencias de boro.

El insecto aparentemente se alimenta en el mesófilo de la hoja, ocasionando un cambio de color en el área de alimentación, primeramente a verde pálido y luego a pardo-castaño. Si el insecto se alimenta cerca del borde de las hojas, éstas se inclinan y se abarquillan o enrollan hacia adentro. Las hojas afectadas pueden continuar su normal función por un largo tiempo, pudiendo ser fácilmente reconocidos estos síntomas, desde lejos.

La presencia de estos insectos parece coincidir con una brusca alteración de las condiciones del cultivo, siendo mayor en época seca y plantaciones sin sombra.

#### 10. Perforadores de las hojas *Epitrix pectoralis* (Col.: Crhysomelidae)

Son insectos que se alimentan del follaje de cacao, preferentemente de las hojas y brotes tiernos. Los ataques se localizan en la región intervenal y consiste en una gran cantidad de orificios por toda el área foliar, pudiendo quedar las hojas reducidas a un esqueleto de nervaduras.

#### 11. Hormigas arrieras, *Atta* sp. (Hym.: Formicidae)

Estos insectos son de color pardo-rojizo, cabeza grande y mandíbulas fuertes. Presentan gran actividad, pudiendo defoliar severamente a la planta en corto tiempo.

El daño se caracteriza por cortes semicirculares desde los bordes hacia la nervadura central de las hojas; estos fragmentos son transportados a sus nidos y una vez acondicionados en las cámaras, se desarrolla el hongo, que posteriormente les va a servir de alimento. El daño se agrava en cacao por el corte de botones florales y flores.

La eficacia del proceso más común en el control de las arrieras, se basa en la aplicación de insecticidas en forma de polvos y líquidos, y sobre todo gases tóxicos de gran poder de penetración en los hormigueros.

Para la destrucción de un hormiguero es conveniente seguir estas instrucciones:

##### a. Localización

La localización de un hormiguero no presenta ninguna dificultad, pues casi siempre se puede identificar por los montones de tierra suelta, que resulta de la excavación de canales y nidos hechos por las hormigas.

#### b. Limpieza de agujeros

Retirar la tierra suelta y limpiar los agujeros para que en esa forma la entrada de los canales queden completamente al descubierto, evitando así la pérdida de los materiales insecticidas.

#### c. Taponeo de los agujeros

Para evitar la salida del insecticida o escape del gas, cierre muy bien los agujeros que no se van a usar.

#### d. Aplicación de los insecticidas

Se introduce la manguera de la bomba por la boca principal del hormiguero, pudiéndose aplicar carbaryl, endosulfán o clorpyrifos. La dosis será de acuerdo al tamaño del hormiguero. Una vez retirado el tubo o la manguera se taponan la entrada.

Para el control de los hormigueros por medio de gases, debe seguirse también las indicaciones de los puntos "a", "b" y "c". Luego se procede a introducir la manguera de un aplicador de bromuro de metilo por la entrada principal, cuidando que la manguera quede bien presionada con tierra a su alrededor. Hecho ésto se abre la llave para que el gas pase al interior del hormiguero. La cantidad de líquido debe ser de 20 cc por hormiguero. Este líquido se convierte en gas en el interior del hormiguero y así destruye tanto a los adultos, formas jóvenes y huevos. Después de realizar esta aplicación, se retira la manguera y se taponea el agujero. En hormigueros grandes puede aplicarse una dosis más alta.

### C. LITERATURA CONSULTADA

ABREUM J. M. de; NAKAYAMA, K.; BENTON, F.; CRUZ, P.F. da; FERRAZ, E.C.; MENEZES, M. y SMITH, G.E. 1989. Manejo de pragas do cacauero. Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC. 32 p.

DRESNER, E. y BERG, G. 1961. Insectos del cacao. In Hardy F. ed. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica. IICA. pp. 309-326.

ENTWISTLE, P. P. 1972. Pests of cocoa. London. Longman Group. pp.

GUTIERREZ, R. 1969. Identificación, dinámica de los insectos polinizadores del cacao en la Hacienda "San Antonio", provincia del Guayas. Tesis Ing. Agr., Guayaquil. Ecuador, Universidad de Guayaquil. 49 p.

**IDROVO, M.S.** 1960. El complejo *Xyleborus-Ceratostomella* en Colombia. En Conferencia Interamericana de Cacao 7a. Palmira, Colombia, Ministerio de Agricultura. pp. 73-79.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** 1968. Informe Técnico 1967. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Pichilingue. Departamento de Sanidad Vegetal, Sección Entomología. p. (mimeografiado).

-----, 1970. Informe Técnico 1969. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento de Sanidad Vegetal, Sección Entomología. 5 p. (mecnografiado).

-----, 1971. Informe Técnico 1970. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Pichilingue, Departamento Entomología. 28 p. (mimeografiado).

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** 1972. Informe Técnico 1971. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Pichilingue, Departamento Entomología. 1 p. (mimeografiado).

-----, 1973. Informe Técnico 1972. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Pichilingue, Departamento de Entomología. 18 p. (mimeografiado).

-----, 1974. Informe Técnico 1973. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 18 p. (mimeografiado).

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.** 1977. Informe Técnico 1977. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 23 p. (mimeografiado).

-----, 1979. Informe Técnico 1978. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 16 p. (mimeografiado).

-----, 1980. Informe Técnico 1979. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 15 p. (mimeografiado).

-----, 1981. Informe Técnico 1980. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 15 p. (mimeografiado).

-----, 1983. Informe Técnico 1982. Quevedo, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología. 15 p. (mimeografiado).

**MARQUEZ DA CRUZ, M.** 1956. Resúmenes sobre el combate de plagas y enfermedades del cacao en Bahía. Cacao (Costa Rica). 3 (11): 10.

**MEDINA, M.** 1973. Efecto de las polinizaciones artificiales y entomófilas en el rendimiento del cacao. Tesis Inq. Agr. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 44 p.

*MENDOZA, J.R.* 1980. Comparación de diferentes sitios de crianza para insectos polinizadores del cacao. Tesis Ing. Agr., Portoviejo, Ecuador, Universidad Técnica de Manabí. 69 p.

*PALIZ, V. N.* 1976. Biología del insecto esqueletizador de la hoja del cacao. *Cerconota dimorpha* Duckworth y pruebas del control químico. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 73 p.

*PALIZ, V.; MENDOZA, J. y CANSING, V.* 1982. Insectos asociados al cultivo del cacao en el Ecuador. Quevedo, Estación Experimental Pichilingue. Comunicación Técnica No. 3.24 p.

*SANCHEZ, P. y CAPRILES DE REYES, L.* 1979. Insectos asociados al cultivo del cacao en Venezuela. Caucaqua, Estación Experimental de Caucaqua, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico No. 11.56 p.

*URQUHART, D.H.* 1963. Cocoa. Turrialba, Costa Rica. IICA. pp. 164-181.

*VILLACORTA, A.* 1977. Algunas observaciones sobre la biología del *Monalonium annipules* Sig. en Costa Rica. Anais de Sociedade Entomologica do Brasil 6(12): 173-179.

-----, 1977. Fluctuación anual de las poblaciones de *Monalonium annipules* Sig. y su relación con la muerte descendente de *Theobroma cacao* en Costa Rica. Anais de Sociedade Entomologica do Brasil. 6(2): 215-223.

### XIII REHABILITACION DEL CACAO

*Jaime Vera B.*

*Hilario Cabanilla L.*

Los bajos rendimientos por hectárea del cultivo de cacao en el Ecuador, en comparación con otros países como Brasil y los de Africa Occidental, se deben a una serie de componentes inherentes a la planta y al ecosistema donde se desarrolla el cultivo. Factores como climas variables, edad avanzada de los árboles en las huertas, disminución de la fertilidad de los suelos, presencia de enfermedades fungosas, causan pérdidas al agricultor y consecuentemente a la economía nacional. Cuando una huerta ha llegado a estas condiciones, es necesario adoptar medidas que permitan incrementar la productividad del cultivo, con métodos prácticos como los considerados en la rehabilitación.

#### A. PRINCIPIOS GENERALES

Rehabilitar es poner en práctica técnicas o conocimientos agronómicos que permitan incrementar la productividad de las plantaciones existentes, sin aumentar el área total ocupada por el cultivo. El rendimiento se encuentra influenciado por muchos factores intrínsecos de las plantas, que pueden ser modificados por el medio ambiente.

Rehabilitación puede incluir el relleno de "blancos" en la plantación, o replantar y renovar algunos de los árboles existentes.

En un programa de rehabilitación, se debe poner énfasis en corregir los factores que se sabe reducen el rendimiento, usando métodos que estén al alcance del agricultor cacaotero: pequeño y de recursos limitados.

Con los conocimientos consignados en este manual, se podría mejorar la producción nacional, pero es esencial tener un servicio de extensión activo y bien entrenado.

##### 1. Sanidad

En una huerta, se debe remover todas las mazorcas enfermas de los árboles. En las huertas tradicionales no es fácil, debido a la altura de los árboles; sin embargo, se debe agotar esfuerzos para hacerlo, bien sea entrenando agricultores en el uso adecuado de palancas de dos y tres tramos a base de "embonos" o podando la copa de los árboles para reducir su altura, se conoce que el cacao reacciona a la poda y recupera su copa en poco tiempo. Las recomendaciones dadas en el Capítulo de enfermedades, también son aplicables en la rehabilitación de huertos.

##### 2. Reducción de la sombra

El espaciamiento irregular de los árboles de sombra y la falta total de manejo de aquellos es también uno de los factores causales de bajo rendimiento.

Se puede aplicar diversos criterios para reducir la sombra: si el cielo no es visible desde debajo de un árbol de sombra ésta es muy densa, el árbol debe eliminarse. El aguacate (*Persea americana*), y los matapalos (*Ficus* sp.) son árboles inadecuados para sombra por la densidad de su follaje.

Si la copa de varios árboles de sombra se entrecruzan, el árbol con la copa más densa debe eliminarse. En general, no debe haber más de 30 árboles de sombra/ha, lo más uniformemente distribuidos en la huerta. Los árboles frutales, incluyendo *Citrus* sp. en realidad no se pueden considerar como árboles de sombra y el dueño de la finca deberá decidir si quiere mantener ese sistema de explotación, o dedicarse exclusivamente a cacao, en cuyo caso, puede ir eliminando los frutales, a medida que rellenan esos espacios con nuevas plantas de cacao.

### 3. Resiembras

Las resiembras para llenar espacios debe hacerse cuando hayan condiciones adecuadas para las nuevas plantas. En este caso es recomendable planificar con anticipación la siembra de sombra temporal (ver Capítulo VII).

Se debe tener presente que la falta de cobertura en áreas de suelo causa altas temperaturas, aumenta la evaporación y la destrucción de materia orgánica, condiciones estas que dificultan o impiden el crecimiento de nuevas plántulas. Además, se tiene evidencias que plántulas creciendo en esta situación de exposición, son presas más fáciles de "escoba de bruja", otro factor que impide su desarrollo.

Además de la siembra de sombra, el nivel de materia orgánica puede incrementarse aplicando una gruesa cubierta vegetal, unos meses antes de la siembra, ya sea rozando a monte regado o trayendo vegetación cortada como hojas y tallos de plátano o banano de otros lugares dentro de la misma finca y cubriendo las áreas expuestas.

Los huecos para la siembra deben ser grandes, (0,4 x 0,4 x 0,4 m) de modo que quede suficientes espacio de suelo suelto para el desarrollo inicial de la planta. Al momento de la siembra, conviene aplicar 200 g de superfosfato/planta, mezclado con el suelo. La mayoría de los suelos ecuatorianos son deficitarios en fósforo y este es más efectivo si se mezcla con el suelo (ver Capítulo X).

## ALTERNATIVAS PARA LA REHABILITACION

Cuando la producción ha decaído por cualquier causa, conviene iniciar un programa de rehabilitación cuyos objetivos pueden resumirse en:

- Uniformizar las plantaciones
- Mantener los huertos en un estado agronómico satisfactorio

- Elevar el nivel de producción por unidad de superficie.

Los objetivos mencionados son posibles de alcanzar mediante la integración de las labores culturales descritas en los capítulos correspondientes a control de malezas, fertilización, podas de mantenimiento y fitosanitarias, control de insectos-plagas y enfermedades. Sin embargo, también existen otras alternativas viables para lograr los objetivos señalados, tales como replante de fallas con material mejorado, reemplazo de árboles de baja producción, rehabilitación por selección de chupones y polinización artificial. A continuación se describen algunas de ellas.

## 1. Reemplazo de árboles de baja producción

Por experiencia se conoce que no todos los árboles de una plantación poseen la misma capacidad de producción, por diferentes causas que involucran aspectos genéticos, variación del suelo, competencia con otros árboles, etc.; se ha encontrado que en promedio el 20% de los árboles de cacao existentes en una huerta producen solo el 5% de la cosecha y la rehabilitación da la oportunidad para reemplazar estos árboles con plántulas nuevas y vigorosas. Es relativamente fácil reconocer árboles con poca capacidad de producción, porque presentan tallos y ramas lisas, es decir que no poseen vestigios de pedúnculos de frutos cosechados, o de cojinetes florales.

Se consideran también como árboles de baja producción aquellos que en condiciones naturales producen, como promedio menos de 0,5 kg de cacao seco por año \*. La sustitución parcial debe ser siempre inferior al 20% del total de los árboles de la plantación, caso contrario es necesario planificar una renovación total previo a un análisis que justifique la práctica.

Así mismo, se encuentran árboles con cantidades extremas de escobas vegetativas y chirimoyas, que además de no producir constituyen fuente primaria de la enfermedad. Es necesario eliminar estos árboles según la práctica indicada, incluso en casos que no pretenda resembrar, como medida sanitaria de prevención contra escoba de bruja.

## 2. Rehabilitación por selección de chupones

Cuando la disminución de la producción en las plantas fuera por vejez, es difícil devolverles, por medio de prácticas culturales las características juveniles o exuberantes y por consiguiente su capacidad de fructificación.

Las plantas de cacao producen naturalmente chupones basales que son suscepti-

bles de convertirse en nuevos árboles. También la producción de chupones puede estimularse mediante diversos grados de podas, inclusive hasta por recepamiento.

Esta selección podría efectuarse al inicio de la época seca, de modo que en la época lluviosa siguiente ya los chupones seleccionados hayan crecido lo suficiente para resistir el ataque de escoba de bruja. Los brotes o retoños seleccionados podrían desarrollarse vigorosos y entrar en producción antes de los tres años.

La selección de chupones se hará de acuerdo a un análisis de la plantación, tomando en cuenta su vigor, distribución, competencia, etc. Esta labor debería complementarse con una regulación de árboles de sombra eliminándolos o sembrándolos en sitios donde haga falta.

#### a. Selección de chupones espontáneos

Normalmente una planta de cacao emite chupones a lo largo del tronco y ramas principales, para rehabilitar un árbol se procederá a seleccionar hasta dos chupones basales ortotrópicos (rectos) por pie de planta, que hayan iniciado espontáneamente su crecimiento bajo la protección de las plantas madres. Posteriormente éstas deberán ser fuertemente podadas para facilitar la entrada de luz y finalmente, se cortarán cuando los chupones seleccionados inicien su primera floración. Este sistema deberá practicarse progresivamente hasta que la mayor parte o la totalidad del huerto se haya renovado.

#### b. Selección de chupones estimulados

— **Por poda de rehabilitación.**- La regeneración de árboles viejos por el uso de chupones ha sido utilizada con éxito como un método económico y sencillo para regenerar el material en decadencia e improductivo. Cuando no hay chupones espontáneos, estos pueden inducirse mediante una poda fuerte de ramas bajas secundarias, desde la base hasta un tercio de la altura total de la planta. Posteriormente, según el desarrollo de los brotes se seleccionarán definitivamente los dos o tres mejores chupones, los cuales crecerán bajo la protección de la planta madre. Esta deberá ser cortada igual que en el sistema anterior, una vez que los chupones inicien su primera floración.

— **Por recepamiento de árboles.**- El recepamiento es una práctica que consiste en cortar íntegramente todos los árboles de edad avanzada empleando hacha o motosierra, aproximadamente a 0,40 m de altura sobre el suelo. Esta práctica debe hacerse en forma gradual. Por ejemplo, si el área a renovarse fuera de 20 has, una alternativa sería cortar el primer año el 25% o sea 5 has; el segundo un 25% más; finalmente el tercer año, una vez que los primeros árboles recepados hayan iniciado sus primeras cosechas, el 50% restante o sea las 10 últimas has.



Es conveniente que la recepta o poda fuerte de la plantación se realice en cuanto haya terminado la cosecha de invierno (abril/mayo/junio) de esta forma se favorece la obtención de una horqueta sana antes de la estación lluviosa.

Es necesario, por otra parte, preparar con suficiente anticipación nuevas plántulas para reemplazar aquellos tocones que no produzcan chupones y llenar las fallas, tratando de lograr una población adecuada de cacao en la finca.

### **Polinización artificial**

En las principales zonas cacaoteras del Litoral, la máxima producción se obtiene en la época lluviosa, cuando las pérdidas ocasionadas por enfermedades del fruto como monilia y escoba de bruja, alcanzan altos niveles de infección y pueden ocasionar pérdidas promedio hasta de 70<sup>o</sup>o, principalmente entre los meses de marzo y mayo.

Es conocido que la planta adulta de cacao en condiciones normales puede producir hasta 100.000 flores por año, de éstas únicamente el 0,01<sup>o</sup>o llegan a transformarse en frutos. Este porcentaje puede ser aún más bajo por la falta de insectos polinizadores voladores, problemas de incompatibilidad de los árboles y exceso de sombreamiento, que influye en la emisión de flores y fructificación.

Estudios efectuados por el Programa de Cacao de la Estación Experimental Pichilingue, ha permitido desarrollar un procedimiento que consiste en polinizar manualmente las flores de cacao para ser aplicado como práctica simple en las fincas pequeñas y medianas. La polinización debe efectuarse hasta 1,50 – 1,80 m de altura sobre el suelo, lo que permite a una persona de estatura normal alcanzar las flores, sin necesidad de usar escaleras. A continuación se describe brevemente el procedimiento; para más detalles ver Boletín Técnico No. 36 del INIAP.

#### **a. Selección de árboles padres**

Se seleccionan con anticipación los árboles padres o proveedores del polen, en proporción aproximada de 1:10, es decir un árbol padre por cada 10 madres. Se debe escoger aquellos árboles productores, caracterizados por emitir proporcionalmente una alta cantidad de frutos, signo característico de árbol autocompatible y como tal buen polinizador.

#### **b. Recolección y preparación de flores**

En las primeras horas de la mañana se recogen las flores frescas de los árboles padres en un recipiente. Una flor fresca se reconoce cuando al tocarla esta

no se cae, así como por el color blanco aperlado del estambre y color crema reluciente de los pétalos.

En las flores frescas presentes en el tronco de los árboles madres, se despeja el pistilo y órgano femenino. De la flor donante de polen (con la uña o pinzas de puntas finas y curvas) se libera el estambre de la cogulla o concha. Esta operación debe efectuarse con mucho cuidado para evitar que los granos de polen se desprendan.

### c. Polinización

Se frota suavemente por dos o tres veces la antera de la flor donante sobre el pistilo de la flor madre previamente preparada con el objeto de depositar el polen contenido en los sacos polínicos (anteras), conforme se muestra en la Figura 31.

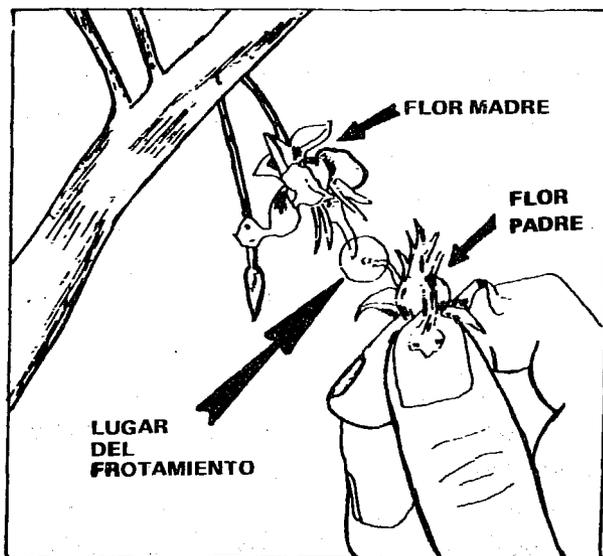


Figura 31. Polinización manual de una flor madre de cacao, mostrando el sitio del frotamiento.

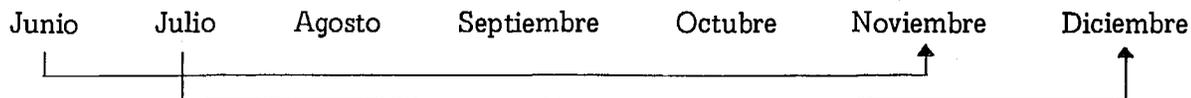
Con suficiente práctica, basta un solo frotamiento de una antera para asegurar buena fecundación.

### d. Epoca de polinización

La polinización deberá efectuarse durante el período de junio a julio, con lo cual se logra cosechar los frutos producidos cinco a seis meses después; es decir, entre noviembre y diciembre. En caso de no disponer de suficientes flores también puede polinizarse en el mes de agosto de acuerdo al siguiente esquema:

## POLINIZACION

## EPOCA DE SIEMBRA



Esta práctica debe ejecutarse en las primeras horas de la mañana hasta el mediodía. En caso de presentarse garúas o temperaturas inferiores a 20°C, se debe esperar que termine de llover o aumente la temperatura.

Los resultados obtenidos a nivel de campo, han demostrado que la polinización artificial es uno de los procedimientos capaces de elevar los rendimientos en un plazo relativamente corto, debido a que es una forma de planificar las cosechas y con ello se escapa a las pérdidas ocasionadas por las enfermedades del fruto.

### C. LITERATURA CONSULTADA

- BRAUDEAU, J.* 1970. El cacao: Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Traducido del francés por Angel Hernández Cardona. Primera edición. Barcelona (España), Blume. 297 p.
- CABANILLA, H.* 1978. Cacao: Rehabilitación, renovación, diversificación o siembra nueva mecanografiado. 13 p. Sin publicar.
- VERA, J. y MOGROVEJO, E.* 1979. Aumente la producción de sus cacaotales haciendo polinización manual suplementaria. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Boletín Técnico No. 36. Quito, Ecuador. 8 p.

## XIV. BENEFICIO DE LAS ALMENDRAS

*Jaime Vera B.*

El beneficio o preparación del cacao como materia prima para la industrialización del producto, incluye una serie ordenada de operaciones que se inicia con la cosecha de mazorcas maduras, extracción de almendras, fermentación y termina con el secado del grano. El objeto es convertir la materia prima a un producto comercial de mejor calidad, fácil transporte y almacenamiento.

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la calidad depende de otros factores, como son el tipo genético, el medio donde se desarrolla el cultivo y el método de fermentación.

### A. COSECHA

Una vez que la mazorca ha alcanzado su madurez en buenas condiciones, lo que se aprecia principalmente por los cambios de coloración del fruto, se procede a cosecharlo. Para el efecto, se debe emplear una podadera bien afilada, acoplada a palancas de caña, provistas de "embonos" de madera (acople que permite arreglar otra palanca), sobre todo para mazorcas de la parte alta del árbol. Es necesario seguir las siguientes recomendaciones en esta labor, a fin de evitar dañar el tronco y ramas:

- Utilizar tijeras manuales para frutos bajos.
- Cortar a mitad el pedúnculo del fruto.
- Evitar los cortes innecesarios a los cojinetes florales y ramas.
- Cosechar máximo cada 15 días en época lluviosa y 30 días en época seca, la frecuencia dependerá un poco de la conveniencia del agricultor; en época de alta producción generalmente la cosecha es semanal. Se recomienda, sin embargo, que no se debe cosechar antes de que haya un cambio definido de coloración indicando madurez, así como tampoco mazorcas sobremaduras ya que empiezan a germinar las almendras.

### EXTRACCION DEL GRANO

La apertura y extracción del grano de la mazorca, de preferencia debe efectuársela dentro de la misma plantación, pero rotando los sitios para esta labor, debido a que los cascarones sirven de refugio natural a los insectos polinizadores, a su vez que constituyen una fuente natural de materia orgánica y minerales al suelo (ver Capítulo VIII).

Las mazorcas deben de partirse, procurando no lastimar las almendras. Estas se extraen

con los dedos o con una especie de cuchara confeccionada de madera o hueso (costilla de ganado). Se debe eliminar el "maguey" (placenta), así como también cualquier fragmento de cáscara y almendras afectadas por enfermedades, que desmejoran la calidad del producto.

### C. FERMENTACION

Conocida también como "cura", "preparación", "cocinado", etc. es el proceso a que se someten las almendras frescas, que mata el embrión y permite a las almendras adquirir su particular calidad, dando como resultado un producto con el sabor precursor del chocolate.

En el Cuadro 19, se indica las ventajas logradas por el proceso en relación a la almendra sin fermentar.

Cuadro 19. Comparación entre las características de almendras fermentadas y sin fermentar.

Características	Almendras	
	Fermentada	Sin fermentar
Aroma	Agradable	Desagradable
Sabor	Medianamente amargo	Astringente
Forma	Hinchada	Aplanada
Color interno	Café oscuro	Café violáceo
Textura	Quebradiza	Compacta
Separación de la testa	Fácil	Difícil

Fuente: *Manual para el Cultivo del Cacao. Compañía Nacional de Chocolates S.A. Colombia. 1968.*

Para lograr una buena fermentación las almendras frescas deben colocarse en cajas de madera durante 3-5 días, según la variedad, removiendo la masa, inicialmente cada 24 horas y luego cada 12 horas. A continuación se describen algunos de los métodos empleados en este proceso.

#### 1. Tipos de fermentación

##### a. Montones

Existe un método muy barato de fermentación usado por algunos agricultores y consiste en hacer un pilo o montón de almendras en el centro de una

base de hojas de banano o plátano. Estas se usan también para cubrir el montón, sujetándolas con un objeto pesado, asegurando mantener las altas temperaturas que se producen durante el proceso. El tamaño del montón depende de la cantidad de cacao cosechado.

**b. Cajones de madera sencillos**

Consiste en cajas sencillas confeccionada con tablas de madera de 1,50 a 2 cm de espesor, con fondo o base del mismo material y con suficientes perforaciones a 20 x 20 cm, para facilitar el drenaje del mucílago (Figura 32). De acuerdo a la capacidad de la cosecha se pueden confeccionar cajas de las siguientes dimensiones:

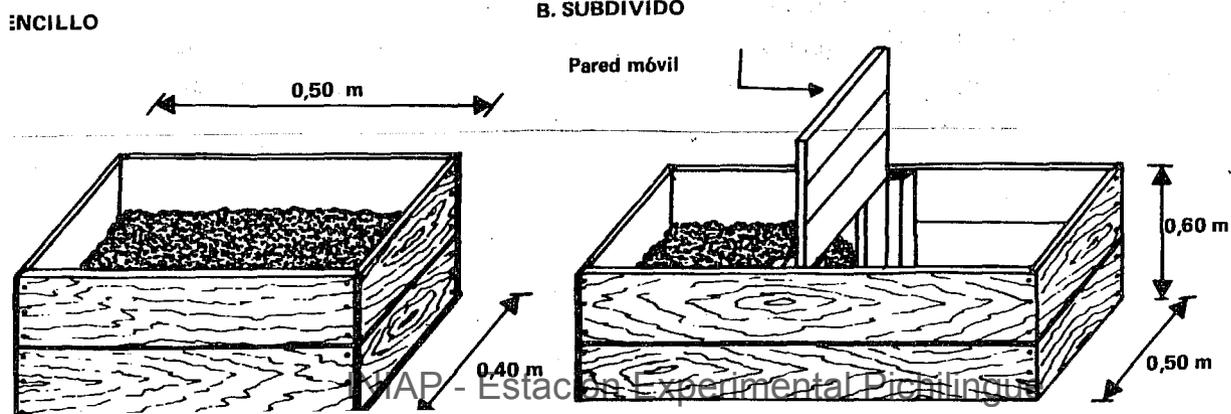
LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	CAPACIDAD CACAO FRESCO (kg)
50 cm	40 cm	40 cm	60
80 "	40 "	40 "	100
100 "	50 "	60 "	220
150 "	50 "	60 "	300

Estos cajones deben ser usados exclusivamente para este fin y deben estar limpios al momento de necesitarlos.

**c. Cajas de madera subdivididas**

El recipiente más conocido es el fermentador trinitario; consiste en una caja de madera, provista de dos compartimientos y piso perforado. Un tabique móvil entre ambas divisiones facilita el volteo de las almendras durante la fermentación (Figura 32). El tamaño de las cajas puede variar de acuerdo a las necesidades de la finca.

**Figura 32. Caja de madera sencilla (A) y subdividido en dos compartimientos (B)**



#### D. SECADO

El secado tiene como finalidad reducir el contenido de humedad en las almendras fermentadas, del 60% con que se inicia el proceso a un valor del 7% si se quiere asegurar buenas condiciones de conservación.

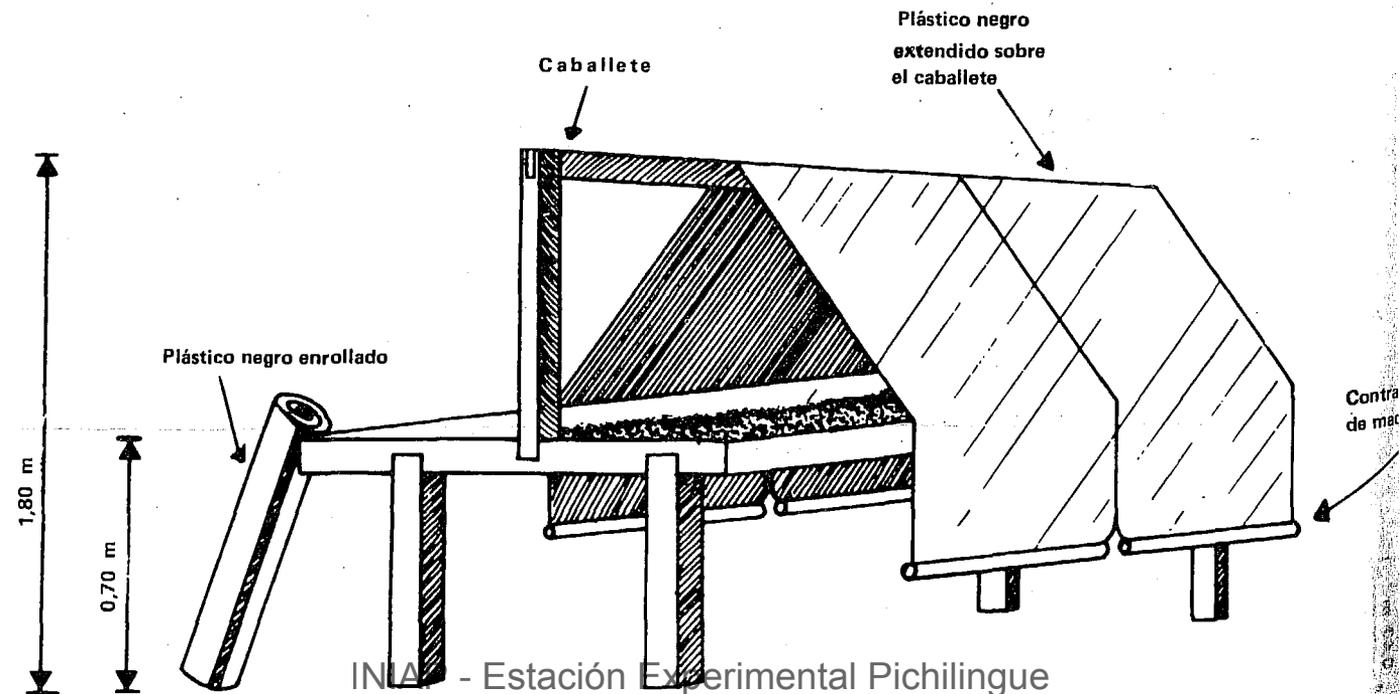
El secado natural es el procedimiento más comunmente empleado en el Ecuador y otros países productores; requiere, dependiendo de la época y la zona, de cuatro a cinco días.

La construcción de los tendales puede ser de cemento, con una ligera pendiente para facilitar el drenaje; o de caña picada, sobre montículos de arena y cercado con caña de bambú, según la economía del agricultor.

Otro tipo de tendal se puede construir a base de madera o caña, tal como lo ilustra la Figura 33. Estas construcciones económicas tienen 15 m de largo, 1,80 m de ancho y 0,70 m de altura. El complemento es una cubierta de lámina de polietileno color negro de 0,04 pulgadas de espesor, sostenida con caballete de madera, que sirve para proteger las almendras de las lluvias.

Una práctica muy corriente observada en el país es el secado de cacao sobre o a un lado del asfalto de las carreteras. Esta práctica debe ser enérgicamente prohibida puesto que, no solo se altera la calidad del producto por la presencia de olor del alquitrán, sino que el asfalto y el humo del escape de los vehículos, impregnan las almendras de metales y otros compuestos nocivos para la salud humana.

Figura 33. Tendal económico construido a base de madera, provisto de cubierta plástica fácilmente enrollable.



## E. LITERATURA CONSULTADA

- ALLISON, M.* 1967. Mejoramiento de la calidad de cacao en el Ecuador. Reporte preliminar. Quito, Ecuador, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo. P-67/2. 24 p.
- BRAUDEAU, J.* 1970. El cacao. Trad. por Angel M. Hernández C. Barcelona, España, Blume. 297 p.
- ENRIQUEZ, G.* 1970. Boletín de Cacao. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín divulgativo No. 04. 39 p.
- HARDY, F.* 1961. La cura del cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 439 p.
- LORENO, L.; CADAVID, S.; CUBILLOS, G. y SANCHEZ, J.* 1983. Manual para el cultivo del cacao. Medellín, Colombia, Compañía Nacional de Chocolates. 151 p.
- MIRQUARHT, D.H.* 1963. Cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 322 p.

## XV. COSTOS DE PRODUCCION Y COEFICIENTES TECNICOS

*Carlos Cortez  
Manuel Moreira*

Al estimar costos de producción se deben considerar todos aquellos factores o recursos utilizados en la finca, pues en términos generales cuando se hace referencia al costo de un producto se trata de indicar los gastos requeridos para producir una cantidad específica de este producto, en un período determinado.

Difícilmente se puede emitir criterios universales, debido por una parte a lo inaplicable de esquemas únicos para todos los agricultores y por otra parte, a la gran variación que existe de lugar en lugar, en lo referente a precios de insumos, precio de jornales, precio del producto obtenido, etc.

Con estos antecedentes, es claro que para estimar costos de producción, se debe tomar en consideración los siguientes aspectos básicos:

### A. LOCALIDAD

Existen grandes fluctuaciones en cada rubro debido a la influencia de los factores ambientales, precipitación, humedad relativa, temperatura y suelos; textura, topografía, disponibilidad de agua y facilidad de acceso a los mercados, lo que impacta en el valor o precio del producto.

### B. TECNOLOGIA

Generalmente el tipo de tecnología a recomendarse está dado en función del tipo de agricultor, sea este grande, mediano o pequeño, pues esta clasificación está en relación a la capacidad económica del agricultor. Se acepta tres tipos de tecnificación: "Tecnificado", "Semitecnificado" y "Tradicional", cuya diferencia radica en la cantidad y frecuencia de insumos utilizados y la oportunidad de su aplicación, incluyéndose no solamente los agroquímicos, sino también la eficiencia de la mano de obra y el conocimiento de recomendaciones tecnológicas.

### C. SISTEMA DE PRODUCCION

Se refiere a la complejidad de la explotación agrícola, en sus sistemas de cultivo: asociaciones, rotaciones, etc. así como la integración de otras especies, incluyendo animales.

Sin duda, cada tipo de explotación es un complejo heterogéneo de características, sin embargo, es factible agruparlos en tipos más o menos similares.

En el caso del cultivo del cacao, la gran variabilidad de comportamiento del material, las diversas y no siempre recomendadas tecnologías utilizadas, así como los sistemas de

de criterios en cuanto a la ejecución de las labores agrícolas entre y dentro de los grupos de agricultores.

Con estos antecedentes, podríamos indicar que la variabilidad existente se debe al desconocimiento de las labores necesarias, números de jornales en la ejecución de cada una de ellas y cantidades adecuadas de insumos y materiales, lo cual es necesario para abaratar los costos de producción.

El cacao es un cultivo de ciclo perenne, siendo necesario distinguir la fase de establecimiento y la fase productiva. La primera viene a constituirse en una inversión de largo plazo, amortizable en el transcurso de la fase productiva; es decir, constituye un gasto diferido, como las vías de acceso, la infraestructura para beneficio del producto, etc.

La fase productiva constituye, por lo tanto, el período de producción cuyo resultado son las cosechas periódicas y de cuyas utilidades se beneficia el agricultor. La fase de establecimiento es importante por sus efectos sobre el rendimiento en la plantación adulta; en la fase productiva pueden corregirse errores iniciales de establecimiento pero eso incrementa costos. La eficiencia en el manejo asegura mayores rendimientos y consecuentemente mayores ingresos.

Los costos de producción se utilizan con mucha frecuencia en la toma de decisiones a todos los niveles de la planificación. Sin embargo, es necesario realizar ajustes según las condiciones específicas de cada finca, de cada lugar, de cada zona, por lo cual es realmente difícil establecer costos generales. Con el propósito de proporcionar una información práctica y que pueda resolver esta dificultad, se utiliza con éxito la determinación de los recursos físicos requeridos en la producción, a base de los coeficientes técnicos, considerando las necesidades y disponibilidades de los recursos y nivel tecnológico.

Para el cálculo de los costos de producción se sugiere partir del coeficiente técnico como dato básico, e introducir los precios corrientes de los factores de producción. Una vez que se identifiquen las actividades y sus unidades de producción, se podrá establecer cuáles recursos se necesitarán. Dichos recursos están determinados por las actividades y la cantidad de cada uno está expresada, a su vez, por los coeficientes técnicos. Estos coeficientes relacionan los insumos con el producto; es decir, especifican cuánto se utilizaría de cada insumo en la producción de una unidad del producto. La determinación del tipo, cantidad, frecuencia, número de jornales y épocas de aplicación de insumos o labores provienen del conocimiento previo del nivel de tecnificación y del sistema de producción del grupo descrito.

En los cuadros 20 y 21, se presentan los coeficientes técnicos para el establecimiento de cacao clonal tecnificado a partir de una montaña virgen o bosque de segundo crecimiento, como para rehabilitación y manejo de cacao híbrido semitecnificado, respectivamente.

En general las cifras presentadas, constituyen una guía o indicador general. Los coeficientes técnicos para establecimiento de cacao híbrido tecnificado, no se presentan individualmente, puesto que los datos del Cuadro 20 sirven para este propósito, con la salvedad de excluir las labores de apuntalamiento, en la fase de mantenimiento y puntales en materiales e insumos.

Es necesario indicar que no se ha tomado en cuenta los costos de preparación de plantás en el vivero por cuanto se ha considerado que las plantas, tanto híbridas como clonales, han sido compradas en estaciones experimentales a multiplicadores calificados oficialmente.

#### D. LITERATURA CONSULTADA

- ENRIQUEZ, G. y PAREDES, A.* 1979. Curso sobre el cultivo de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Pag. 119-124.
- ENRIQUEZ, G.* 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 240 p.
- ORLANDO, A.* 1987. Estudios de costos de renovación, rehabilitación y producción de cacao. Quito, Ecuador, Instituto de Estrategias Agropecuarias. Documento Técnico No. 6. 103 p.
- SCHWARTZ, M.* 1973. El uso de presupuesto en la planificación de finca. Quito, Ecuador, INIAP. Boletín Técnico No. 7. 14 p.
- , 1974. Aspectos económicos y técnicos de algunos cultivos importantes de ciclo corto. Quito, Ecuador, INIAP. Publicación miscelánea No. 20. 21 p.

A Ñ O S

MANO DE OBRA, JORNALES	1			2			3			4		
	Jornal	Frecuencia	Total									
<b>A. PREPARACION DEL SUELO</b>												
- Socola	10	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Tumba y pica	14	1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Guesa y despoliza	10	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Alineada y huequeda	10	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B. ESTABLECIMIENTO DE SOMBRA Y CACAO</b>												
- Recolección, preparación y transporte de colinos	4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Distribución y siembra de colinos.	3	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Preparación, transporte, distribución y siembra de guabos.	4	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Transporte, distribución y siembra de cacao.	6	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Resiembra de cacao	0,5	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>C. MANTENIMIENTO</b>												
- Poda fitosanitaria	2	1	2	5	2	10	8	2	16	9	2	16
- Poda de formación	-	-	-	5	2	10	-	-	-	-	-	-
- Poda de mantenimiento	-	-	-	-	-	-	5	1	5	-	-	-
- Apuntalamiento de cacao	-	-	-	6	1	6	-	-	-	-	-	-
- Cosecha de plátano	4	6	6	1	12	12	1	6	6	-	-	-
- Regulación de sombra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Control de malezas:												
Manual	3	3	9	4	3	12	4	3	12	4	3	12
Químico	2	3	6	2	3	6	2	3	6	2	3	6
- Control de plagas	2	2	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2
- Control de enfermedades	1,5	12	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Fertilización	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4
- Cosecha de cacao	-	-	-	-	-	-	1	6	5	1	18	18
<b>MATERIALES E INSUMOS:</b>												
	Cantidad	Frecuencia	Total									
- Puntales	200	1	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Colinos	916	1	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Plántulas de guabo	36	1	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Plántulas de cacao clonal	920	1	920	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 20 (Continuación)

FERTILIZANTES:

– Urea (N) gr/planta	10-15-30 <sup>1/</sup>	2	20-30-60	0-45-90 <sup>2/</sup>	2	0-90-180	0-45-90 <sup>2/</sup>	2	0-90-180	0-45-90 <sup>2/</sup>	2	0-90-180
– Superfosfato triple (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) gr/planta	5-15-30	1	5-15-30	0-25-45	1	0-25-45	0-25-45	1	0-25-45	0-25-45	1	0-25-45
– Muriato de potasio (k <sub>2</sub> O) gr/planta	5-20-45	1	5-20-45	0-70-135	2	0-140-270	0-70-135	2	0-140-270	0-70-135	2	0-140-270

HERBICIDAS: 3/

– Dalapón, kg.	10	3	30	10	3	30	10	2	20	10	1	10
– Diurón, lt.	2	3	6	2	3	6	2	2	4	2	1	2
– Fluazifop, lt.	2	3	6	2	3	6	2	2	4	2	1	2

INSECTICIDAS: 4/

– Endosulfan, lt.	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1
– Sevin, kg	1- 1,5	2	2- 3	1,5	2	2- 3	1,5	1	1,5	1,5	1	1,5

FUNGICIDAS:

– Copre Norcox, gr	500	12	720	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Clorotalonil, lt	0,5	12	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1/ Suelos de fertilidad alta, media y baja, respectivamente.

2/ Suelos de fertilidad adecuada, baja y deficiente, respectivamente.

3/ Las aplicaciones a partir del cuarto año son localizadas.

4/ Depende de presencia de plagas.

RUBRO	AÑOS								
	1			2			3		
	Jornal	Frecuencia	Total	Jornal	Frecuencia	Total	Jornal	Frecuencia	Total
<b>MANO DE OBRA, JORNALES</b>									
<b>A. Raleo de sombra permanente</b>									
Eliminación de árboles de cacao improductivos	6-12	1	6-12	-	-	-	-	-	-
Repique y quema									
<b>B. Siembra de fallas</b>									
- Huequeda	2-4	1	2-4	-	-	-	-	-	-
- Siembra	1-2	1	1-2	-	-	-	-	-	-
<b>C. Deschuponada</b>	1-2	4	4-8	1-2	3	3-6	1-2	3	3-6
<b>D. Poda fitosanitaria</b>	20-30	1	20-30	10-15	1	10-15	10-15	1	10-15
<b>E. Poda de mantenimiento</b>	8-10	1	8-10	8-10	1	8-10	8-10	1	8-10
<b>F. Control de malezas:</b>									
- Manual	3-6	1-3	6-18	3	4	2-3	6-18	2-3	6-18
- Químico	2-3	3	6-9	2-3	3	6-9	2-3	3	6-9
<b>G. Control de enfermedades en frutos</b>	3	12	36	1	12	12	1	12	12
<b>H. Control de plagas</b>	1-2	2	2-4	1-2	2	2-4	1-2	2	2-4
<b>I. Cosecha de cacao</b>	1-2	12	12-24	2-3	12	24-36	2-3	12	24-26
<b>MATERIALES E INSUMOS:</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Total</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Total</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Total</b>
<b>Fertilizantes:</b>									
Urea (N) gr/planta	0-95	2	0-190	0-95	2	0-190	0-95	2	0-190
Superfosfato triple (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) gr/planta	0-95	1	0-95	0-95	1	0-95	0-95	1	0-95
Muriato de potasio (K <sub>2</sub> O) gr/planta	0-220	1	0-220	0-220	1	0-220	0-220	1	0-220
<b>Insecticidas: 1/</b>									
Endosulfan, lt	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gevin, kg	2	2	4	2	2	4	2	2	4
<b>Herbicidas:</b>									
Dalapón, kg	10	2	20	10	2	20	10	2	20
Diurón, kg	2	2	4	2	2	4	2	2	4
Fluazifop, lt	2	2	4	2	2	4	2	2	4
<b>Fungicidas: 2/</b>									
Oxido Cuproso (g)	100	12	1.200	-	-	-	-	-	-
Clorotalonil, lt	0,15	12	1,80	-	-	-	-	-	-
<b>Plántulas de cacao</b>	80-160	1	80-160	-	-	-	-	-	-

1/ Según presencia de plagas

2/ Para resiembras 1/5 ha