



*El*  
**CACAO**  
*en Venezuela*

*Editado por*  
CHOCOLATES EL REY, C.A.

*Diseño y Producción Gráfica*  
TITULUS, GISELA VILORIA

*Fotografía*  
RODRIGO BENAVIDES  
HUMBERTO REYES  
GLADIS RAMOS

*Ilustraciones*  
YERIKA AZARAK  
ALBERTO CAMACHO

*Fotografía de portada*  
NELSON GARRIDO

*Corrección*  
ESTELA AGANCHUL

*Fotolito electrónico*  
IMAGEN COLOR, L.C.

*Impresión*  
GRÁFICAS ACEA, C.A.

*Depósito legal*  
lf25219999002808  
lf25219999002808-B

*ISBN*  
*Obra completa:* 980-07-6189-6  
980-07-6189-6-8

*Caracas, Venezuela, 2000*



# El CACAO

*e n V e n e z u e l a*

MODERNA TECNOLOGÍA PARA SU CULTIVO

*Humberto Reyes  
Lilian Capriles de Reyes*



## INDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>PRESENTACIÓN</b> .....   | 13 |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....  | 15 |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   |    |
| <b>Visión retrospectiva del cacao</b> .....   | 19 |
| Evolución de la producción comercial de cacao en la Venezuela precolombina y colonial. .... | 19 |
| Tecnología utilizada. ....  | 21 |
| El cacao en la época colonial. ....   | 22 |
| Problemas de la producción cacaotera. ....  | 23 |
| <b>CAPÍTULO I</b>   |    |
| <b>Generalidades del cultivo</b> .....  | 27 |
| Origen y características de la planta de cacao .....  | 27 |
| Clasificación de los cacaos cultivados .....  | 30 |
| Características de los principales cacaos cultivados .....                                  | 35 |
| Cacaos Criollos .....   | 35 |
| Cacaos Trinitarios o Deltanos.....  | 37 |
| Cacaos Forasteros Amazónicos .....  | 37 |
| <b>CAPÍTULO II</b>  |    |
| <b>La planta de cacao y su ambiente</b> .....   | 43 |
| Exigencias climáticas. ....   | 43 |
| Precipitación .....   | 43 |
| Temperatura .....   | 44 |
| Luminosidad.....  | 44 |
| Crecimiento, nutrición y producción .....   | 44 |
| Exigencias edáficas.....  | 45 |
| Características físicas de los suelos.....  | 45 |
| Características químicas .....  | 45 |
| Botánica.....   | 46 |
| Sistema radicular.....  | 46 |
| Tronco .....  | 46 |
| Hojas .....   | 47 |
| Flor .....  | 47 |
| Fruto .....   | 49 |
| Semillas .....  | 49 |
| Características de las semillas .....   | 50 |
| Anatomía y composición química de la semilla .....  | 50 |
| Germinación de la semilla.....  | 51 |
| Zonas productoras de cacao en Venezuela.....  | 51 |
| Región nororiental.....   | 51 |
| Región centro-norte-costera.....  | 53 |
| Región suroccidental .....  | 56 |
| <b>CAPÍTULO III</b>   |    |
| <b>Establecimiento de la plantación</b> .....   | 61 |
| Escogencia del sitio para la siembra .....  | 61 |
| Condiciones del suelo .....   | 61 |
| Origen de los suelos .....  | 61 |
| Condiciones físicas y químicas de los suelos .....  | 61 |
| Vegetación presente.....  | 64 |
| Preparación del terreno para la siembra .....   | 64 |

|   |    |
|---|----|
| Distancias de siembra .....   | 65 |
| Trazado de la plantación .....  | 66 |
| Ahoyado y trasplante.....   | 66 |
| El sombrío en los cacaotales .....  | 67 |
| Sombra temporal.....  | 67 |
| Recomendaciones para la siembra de sombra temporal .....                  | 68 |
| Musáceas .....  | 68 |
| Sombra permanente .....   | 69 |
| Recomendaciones para la siembra del sombrío permanente .....              | 72 |
| Cortinas rompevientos .....   | 73 |
| El material de siembra: cultivares de cacao utilizados en Venezuela ..... | 73 |

#### **CAPÍTULO IV**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sistemas de propagación del cacao .....</b>                            | <b>81</b> |
| El vivero y su manejo.....  | 81        |
| Viveros rústicos.....   | 82        |
| Construcción de la armazón .....  | 82        |
| Techo de caña o bambú .....   | 82        |
| Techo de hoja de palma .....  | 82        |
| Bajo la sombra de árboles .....   | 82        |
| Techo de Saran.....   | 83        |
| Técnicas de manejo de un vivero de cacao .....                            | 83        |
| Enfermedades y plagas de cacao en propagadores y viveros.....             | 84        |
| Recomendaciones.....  | 84        |
| Flores para polinizaciones .....  | 85        |
| Enfermedades.....   | 85        |
| Plagas .....  | 87        |
| Propagación sexual controlada mediante polinización .....                 | 88        |
| Propagación vegetativa .....  | 89        |
| La técnica de injertación .....   | 89        |
| Preparación del portainjerto .....  | 89        |
| Selección de las varetas portayemas.....                                  | 90        |
| Preparación de las varetas .....  | 90        |
| Proceso de injertación.....   | 91        |
| Cuidados posteriores a la injertación.....                                | 92        |
| Injertación sobre árboles viejos .....                                    | 92        |
| Injerto de parche verde sobre patrones tiernos de plantitas de cacao..... | 93        |
| Propagación vegetativa por estacas.....                                   | 94        |
| Medio de enraizamiento .....  | 94        |
| Riego .....   | 94        |
| Aclimatación .....  | 94        |
| Tipos de estacas .....  | 95        |
| Procedimiento para la obtención de estacas.....                           | 95        |
| Preparación y siembra del material .....                                  | 95        |
| Cuidado de las estacas durante su permanencia en el propagador .....      | 96        |
| Trasplante definitivo .....   | 96        |
| Propagación por acodo .....   | 96        |
| Propagación <i>in vitro</i> .....   | 96        |

#### **CAPÍTULO V**

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Labores de mantenimiento.....</b> | <b>99</b> |
| Las malezas en cacao .....           | 99        |
| Tipos de malezas .....               | 99        |

|  |            |
|--|------------|
| Malezas del suelo .....  | 99         |
| Dinámica de las malezas en las plantaciones de cacao .....                                   | 101        |
| El control de malezas en los cacaotales .....  | 102        |
| Uso de coberturas .....  | 102        |
| Manejo de la densidad de siembra y del sombrío .....   | 103        |
| Control manual.....  | 103        |
| Control mecánico .....   | 103        |
| Control químico .....  | 103        |
| Aplicación de riego en cacao .....   | 107        |
| Requerimientos de riego en cacaotales .....  | 108        |
| Factores que determinan la necesidad de riego.....   | 108        |
| Determinación de los requerimientos de riego .....   | 109        |
| Métodos de riego .....   | 110        |
| Desbordamiento .....   | 111        |
| Melgas en curvas de nivel .....  | 111        |
| Surcos en curvas de nivel .....  | 111        |
| Aspersión .....  | 112        |
| Localizados .....  | 112        |
| Ventajas y desventajas de los diferentes métodos de riego.....                               | 113        |
| Construcción de drenajes .....   | 113        |
| Mantenimiento de la fertilidad: nutrición y fertilización .....                              | 115        |
| Generalidades sobre los elementos.....   | 115        |
| Sistemas para mejorar la fertilidad de los suelos .....                                      | 120        |
| Abonos orgánicos .....   | 120        |
| Utilización de la lombricultura .....  | 121        |
| Aplicación de fertilizantes.....   | 121        |
| Interpretación de los resultados de un análisis de suelo .....                               | 122        |
| Disponibilidad en el mercado .....   | 123        |
| ¿Cómo calcular las cantidades? .....   | 123        |
| Poda .....   | 124        |
| Objetivos de la poda .....   | 124        |
| Bases fisiológicas .....   | 125        |
| Tipos de poda .....  | 125        |
| Poda de formación .....  | 125        |
| Poda de mantenimiento.....   | 125        |
| Poda de copa .....   | 125        |
| Poda drástica o de recuperación .....  | 126        |
| Utensilios y materiales .....  | 126        |
| Normas o principios generales para la aplicación de la poda .....                            | 127        |
| Principios generales para la formación y mantenimiento de la arquitectura de la planta ..... | 127        |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO VI</b>   |            |
| <b>Recuperación y rehabilitación de cacaotales .....</b>                                     | <b>131</b> |
| Recuperación .....   | 131        |
| Factores que intervienen .....   | 131        |
| Densidad de la sombra .....  | 131        |
| Carencia o insuficiencia de drenajes .....   | 131        |
| Presencia de malezas .....   | 131        |
| Carencias nutricionales y presencia de enfermedades y plagas .....                           | 131        |
| El proceso de recuperación de cacaotales .....   | 132        |
| Diagnóstico preliminar .....   | 132        |
| Raleamiento de los árboles de sombra .....   | 132        |
| Adecuación de drenajes.....  | 132        |

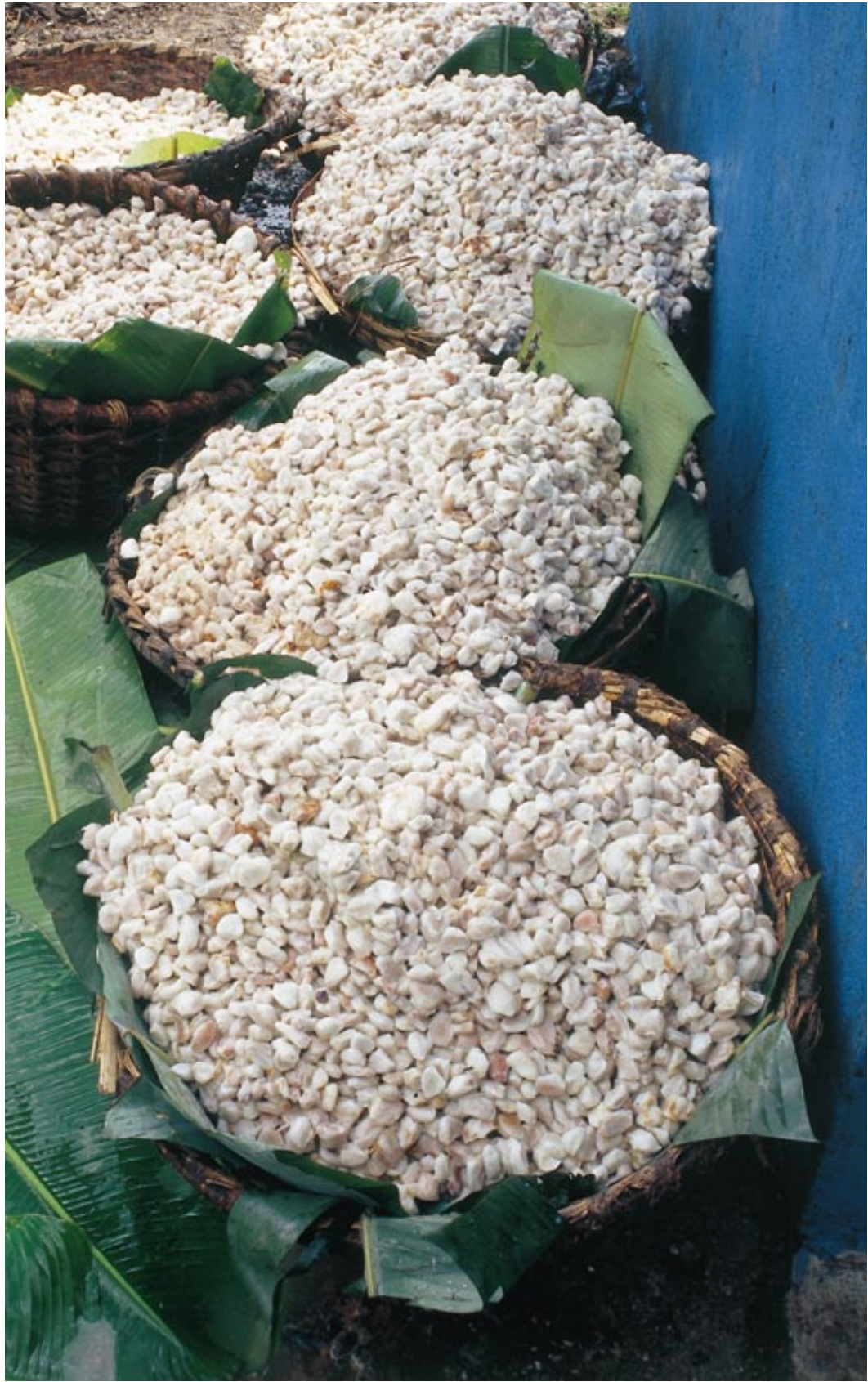
|  |     |
|--|-----|
| Control de malezas .....                               | 133 |
| Fertilización y control de enfermedades y plagas ..... | 133 |
| Raleo de la sombra.....                                | 133 |
| Recomenaciones para el raleo de la sombra.....         | 133 |
| Rehabilitación .....                                   | 134 |
| Tipos de rehabilitación o renovación .....             | 134 |
| Rehabilitación total por sectores .....                | 134 |
| Rehabilitación tipo Ocumare.....                       | 134 |
| Rehabilitación Turrialba modificada (Brasil).....      | 136 |
| Rehabilitación Turrialba modificada (Trinidad) .....   | 136 |

## CAPÍTULO VII

|  |            |
|--|------------|
| <b>Enfermedades y plagas del cacao.....</b>                                      | <b>139</b> |
| Enfermedades de mayor importancia económica del cultivo cacao en Venezuela ..... | 142        |
| Escoba de brujas .....   | 142        |
| Moniliasis. Mancha ceniza .....  | 150        |
| Pudrición parda de los frutos y cáncer del tronco, ramas y raíces .....          | 155        |
| Complejo Ceratocystis-Xyleborus, mal de Choróní, mal de machete .....            | 161        |
| Antracnosis .....  | 166        |
| Agallas del cacao .....  | 169        |
| Enfermedades de menor importancia económica del cultivo cacao en Venezuela ..... | 172        |
| Mancha de agua .....   | 172        |
| Mal rosado .....   | 173        |
| Mal de hilachas .....  | 175        |
| Pudrición negra de los frutos y cáncer del tronco, ramas y raíces .....          | 176        |
| Llaga negra y llaga blanca de las raíces.....                                    | 178        |
| Hongos en cacao almacenado .....   | 180        |
| Insectos asociados al cultivo cacao .....  | 181        |
| Insectos benéficos .....   | 181        |
| Plagas de mayor importancia económica del cacao en Venezuela .....               | 182        |
| Perforadores del tallo .....   | 182        |
| La gota .....  | 182        |
| Coquitos perforadores .....  | 183        |
| Comejenes .....  | 185        |
| Piojitos o thrips.....   | 186        |
| Bachacos.....  | 187        |
| Perforadores de los frutos .....   | 188        |
| Plagas de menor importancia que afectan al cultivo cacao en Venezuela.....       | 189        |
| Plagas que afectan al follaje y a los tallos .....                               | 189        |
| La vaquita .....   | 189        |
| Enrollador de los cogollos .....   | 190        |
| Pegadores de las hojas.....  | 191        |
| Coquitos esqueletizadores .....  | 191        |
| Insectos que causan daños en frutos .....  | 191        |
| Miridos.....   | 191        |
| Chinche negra.....   | 192        |
| Minadores del fruto.....   | 193        |
| Afidos o pulgones .....  | 193        |
| Saltahojas o salivita .....  | 193        |
| Carapachito .....  | 194        |
| Falsos medidores.....  | 194        |
| Hormigas .....   | 194        |
| Pegones .....  | 194        |

|   |            |
|---|------------|
| Gusano de la flor.....  | 195        |
| Escamas .....   | 195        |
| Acaros .....  | 195        |
| Insectos en cacao almacenado .....  | 196        |
| Vertebrados dañinos al cultivo .....  | 197        |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO VIII</b>  |            |
| <b>Sistemas intensivos de producción de cacao .....</b>   | <b>201</b> |
| Consideraciones generales .....   | 201        |
| Producción temprana .....   | 202        |
| Intercepción de la luminosidad .....  | 202        |
| Manejo económico del cultivo .....  | 203        |
| Manejo intensivo de plantaciones de cacao: la experiencia asiática.....                               | 203        |
| Determinantes del rendimiento en los sistemas intensivos .....  | 203        |
| Estrategia del SIP .....  | 204        |
| Rendimientos proyectados para el SIP .....  | 204        |
| Decisiones críticas en la planificación del proyecto.....   | 206        |
| Componentes tecnológicos .....  | 206        |
| Racionalización de la poda en material clonal injertado: experiencia en Kumassie-Davao, Malasia ..... | 207        |
| Objetivos .....   | 207        |
| Materiales .....  | 208        |
| Metodología .....   | 208        |
| Manejo intensivo de plantaciones de cacao en Venezuela, utilizando espalderas.....                    | 210        |
| Control del tamaño del árbol.....   | 210        |
| El problema de la mecanización.....   | 210        |
| El método de espalderas .....   | 211        |
| Análisis de la experiencia.....   | 212        |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO IX</b>  |            |
| <b>El cultivo del cacao y sus asociaciones .....</b>  | <b>215</b> |
| Asociación cacao-cocotero (adulto) .....  | 215        |
| Asociación cacao-plátano-caucho.....  | 215        |
| Asociación cacao-plátano-caoba-gliciridia y frutales .....  | 217        |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO X</b>   |            |
| <b>La calidad en el cacao .....</b>   | <b>221</b> |
| Factores determinantes de la calidad en cacao.....  | 221        |
| Influencia del genotipo .....   | 221        |
| Características de las almendras afectadas por el genotipo .....                                      | 223        |
| Influencia de las condiciones edafoclimáticas .....   | 224        |
| Beneficio del cacao (curado).....   | 225        |
| Cosecha .....   | 225        |
| Recomendaciones para una cosecha exitosa .....  | 226        |
| Prefermentación .....   | 227        |
| Fermentación .....  | 228        |
| Etapas de la fermentación.....  | 228        |
| Consecuencias de una fermentación deficiente o incompleta .....                                       | 230        |
| Sistemas de fermentación.....   | 231        |
| Fermentador Caucagua. ....  | 231        |
| Fermentador Reymol. ....  | 232        |
| Fermentador Rohan.....  | 232        |
| Fermentador Trinitario. ....  | 233        |
| Secado.....   | 234        |

|  |            |
|--|------------|
| Objetivos del secado .....   | 234        |
| Secado natural .....   | 235        |
| Pacios de cemento .....  | 235        |
| Patio de cemento con techo rodante .....   | 236        |
| Gavetas rodantes de madera con techo fijo .....  | 236        |
| Secador rústico Catatumbo .....  | 237        |
| Secador rústico Caucagua .....   | 238        |
| Secado artificial.....   | 240        |
| Secador tipo Pizarra .....   | 240        |
| Secador tipo Guardiola .....   | 240        |
| Defectos durante el secado .....   | 240        |
| Otras prácticas asociadas con el beneficio .....   | 241        |
| Lavado de las almendras .....  | 241        |
| Pulido del cacao .....   | 242        |
| Almacenamiento .....   | 242        |
| Clasificación .....  | 243        |
| Almacenamiento en centros de acopio .....  | 243        |
| Defectos de almacenado .....   | 244        |
| Características organolépticas útiles en la definición de la calidad .....                 | 244        |
| Intensidad del sabor a cacao .....   | 244        |
| Acidez .....   | 245        |
| Astringencia .....   | 245        |
| Amargor .....  | 246        |
| Crudo o verde.....   | 246        |
| Aroma .....  | 247        |
| Olor a fruto maduro .....  | 248        |
| Viscosidad .....   | 249        |
| Retención en el paladar (mouth-feel) .....   | 249        |
| Sabor a moho .....   | 249        |
| Gusto de especias.....   | 249        |
| Sabor a nuez.....  | 249        |
| Clasificación de calidades del cacao para la exportación .....                             | 249        |
| Cómo determinar la calidad de una muestra de cacao .....                                   | 250        |
| Muestreo.....  | 250        |
| Determinación del contenido de agua .....  | 251        |
| Prueba de corte.....   | 251        |
| Degustación .....  | 251        |
| Normas de clasificación del cacao por calidades .....                                      | 252        |
| Proyecto elaborado por la FAO .....  | 252        |
| Normas establecidas en el contrato-tipo, en vigor en el mercado del cacao en Londres ..... | 252        |
| Normas de clasificación del cacao destinado a la exportación, adoptadas por Brasil.....    | 252        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>255</b> |



## PRESENTACIÓN

Conocí a Humberto Reyes y a Lilian Capriles de Reyes, el “Mono” y la “Mona” como le dicen los amigos, en momentos de gran revuelo y de enfrentamiento dentro del sector cacao-tero nacional. Es importante hacer un breve relato de las condiciones que ocasionaron estos eventos para describir mejor cómo nos conocimos y luego entender cómo llegamos a desarrollar la amistad que hoy nos une.

Resulta que en 1975 durante el primer gobierno de Carlos Andrés Pérez, mediante un Decreto Presidencial, de un Fondo del Café y del Cacao se crearon dos, uno para cada rubro agrícola, se le otorgó el monopolio de la comercialización del café al Fondo del Café y de una vez, tal vez hasta por defecto, se replicó ese mismo esquema para el Fondo del Cacao.

De manera que todas aquellas empresas que comercializaban cacao, algunas desde la época colonial, quedaron fuera del juego de un día para otro. De allí en adelante quienes encabezaron el Fondo del Cacao, armados de poder monopólico estatal, poco a poco fueron trazando su estrategia para dedicarse en pleno a la exportación de cacao en grano sin interferencias alguna. Fue entonces, en marzo de 1980, cuando por Decreto del presidente Herrera Campins todos quienes compraban cacao en el exterior pagarían precio internacional dictado por las bolsas especializadas de Nueva York y de Londres, y todo aquel que comprase cacao en Venezuela pagaría también precio internacional más una prima dictada por el Fondo Nacional del Cacao.

Dentro de este cuadro turbulento me inicié en toda una profesión: la de hacer antesala en los diversos despachos ministeriales para lograr rectificar lo que me parecía una locura, una desviación sensible del propósito de cualquier país en desarrollo como es la de favorecer la exportación de materias primas en contra de productos con valor agregado nacional. Este evento catalizó y motivó mi actuación como presidente fundador de la Asociación de Procesoadores de Cacao (Aprocao), luego como presidente de Cavidea, más adelante de Conindustria y actualmente de VenAmCham.

Dentro de ese mismo cuadro turbulento entre 1975 y 1980 me encontré con Humberto Reyes quien desarrollaba con su esposa Lilian labores de investigación en el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) –él como especialista en cultivo y ella en las enfermedades típicas del cacao. Nuestros primeros encuentros se podrían describir de pleno enfrentamiento: yo defendiendo la causa del valor agregado nacional y él la de plena defensa del “pobre” productor, ambas causas justas. Yo argüía que el Estado tenía interés de boquilla en el desarrollo del cacao porque el argot político así lo exigía, pero que el verdadero desarrollo del sector vendría cuando la empresa privada pudiera dominar la escena nuevamente, convirtiendo a nuestros campesinos en empresarios del campo.

El “Mono” y la “Mona” han dedicado toda una vida a la investigación del cacao, sin apreciar que el estado venezolano tuviera realmente el interés de poner en práctica conocimientos desarrollados en el país para mejorar e impulsar la actividad cacao-tera, ambos vieron frustrados sus esfuerzos profesionales. Gran parte del producto de sus investigaciones se fue poniendo en práctica en otros países con resultados agrícolas importantes haciendo de ellos personas con renombre internacional sin que prácticamente en Venezuela se les haya tomado en cuenta. Tal vez como en muchos otros rubros y hasta en otras áreas no agrícolas y seguramente sin saberlo, el estado venezolano, embriagado por el petróleo, había venido ayudando a las economías de otros países y dejando morir lentamente la suya.

## PRESENTACIÓN

Sólo el tiempo me ha dado la razón, pero todos hemos logrado evolucionar. Hoy no sólo somos amigos, sino que trabajamos juntos en función de buscar el verdadero desarrollo que hemos querido ver para el sector. Los Reyes son asesores de la División Agrícola de Chocolates El Rey. Con ellos hemos puesto en marcha la finca San Joaquín en Barinas y con ellos hemos trazado una estrategia para dar el ejemplo a otros productores, actuales y/o potenciales, a fin de que puedan ver de cerca lo que es posible lograr cuando se aplica tecnología adecuada en el campo. San Joaquín es un gran laboratorio que nos empieza a demostrar que sembrar cacao es un negocio de futuro como lo ha sido a lo largo de la historia de nuestro país, que nos demuestra que a lo mejor es importante buscar en nuestras raíces para encontrar nuestro futuro.

Es de notar que este libro forma parte de una edición de dos libros que concebimos para celebrar el 70 aniversario de nuestra empresa, siendo el otro *El cacao en Venezuela, una historia*, escrita por el doctor José Rafael Lovera, historiador, gastrónomo y amigo. En estas ediciones hay información que reescribe la historia del cacao en el mundo tal como hasta ahora la conocemos, pero más importante aún es que a partir de esta fecha contamos con información cierta sobre el cacao venezolano que nunca antes se había reunido en un solo lugar o se había expuesto visiblemente para el beneficio de todos. Con este gran trabajo de investigación histórico y técnico, tenemos una base cierta sobre la cual se nos facilita la construcción del futuro del sector agrícola cacaotero en Venezuela.

A Humberto y Lilian Reyes mi más sincero agradecimiento por haber aceptado la proposición de escribir este libro, vaciando la experiencia de toda una vida en blanco y negro para el disfrute y el aprendizaje de muchos. A Luis Miguel La Corte y a Gisela Vilorio por todo el empeño, ayuda y orientación para poder llevar a cabo este proyecto.

Dedicamos este libro, en el 70 aniversario de Chocolates El Rey, al productor de cacao venezolano, pasado, presente y futuro, sin quien los próximos 70 años de vida útil industrial difícilmente se podrían soñar, con el compromiso de que –más allá de la simple utilización de la mejor materia prima conocida en el mundo–, El Rey es y seguirá siendo parte integral del proceso de reubicar al cacao venezolano en el umbral de importancia que debe tener, tanto económica como socialmente, en nuestro país. Quizás, con herramientas como las que hoy presentan los esposos Reyes, empecemos a tener los elementos para poder afirmar que el cacao venezolano tiene también un futuro provechoso, en el contexto de un país que se hizo conocer por el cacao mucho antes que por el petróleo y que vuelve ahora a reinventarse haciendo valer sus ventajas comparativas dentro de un mundo eminentemente globalizado.

Jorge Redmond Schlageter  
Septiembre de 1999

## AGRADECIMIENTOS

Este esfuerzo editorial no tiene un solo autor. Él resume la experiencia de gran número de personas (cultivadores de cacao, técnicos agrícolas e investigadores cacaoteros) que con su tesón nos ayudaron a conocer la planta, sus problemas y las soluciones. Ello nos permitió integrar en esta obra esos abundantes y copiosos conocimientos, con la finalidad de hacerlos de fácil acceso a quienes se interesan en el cultivo del cacao, para lo cual hemos puesto de nuestra parte la experiencia que nos ha dado el caminar en esta profesión.

Merecen especial mención:

- Jorge Redmond quien nos brindó el apoyo financiero para realizar esta publicación, pues su entusiasmo, fe y optimismo en el potencial de la calidad del cacao venezolano fueron un gran estímulo.

- Alfredo Romero, quien estuvo a cargo de gran parte de la transcripción y nos transmitió sus valiosas observaciones para mejorar la redacción.

- Josefina Méndez, por su gran ayuda en la transcripción del capítulo referido a enfermedades y plagas de este cultivo.

- Al ingeniero Omar Hernández por habernos permitido incluir sus conocimientos en lo que respecta al riego en cacao.

- Rodrigo Benavides, quien con su lente contribuyó a ilustrar esta obra con fotografías de alta calidad profesional.

- Gladis Ramos y Nilda de Sindoni, por habernos facilitado variadas fotografías ilustrativas de esta plantación, referidas a frutos, óvulos, ovarios del *Theobroma pentagona*, así como del sistema de riego tradicional del cacao.

- Yerika Azarak y Alberto Camacho cuyos dibujos sirvieron de gran ayuda para la ilustración.

- Gonzalo Armas, Antonio Bonilla y Hernán Fuentes, compañeros de investigación.

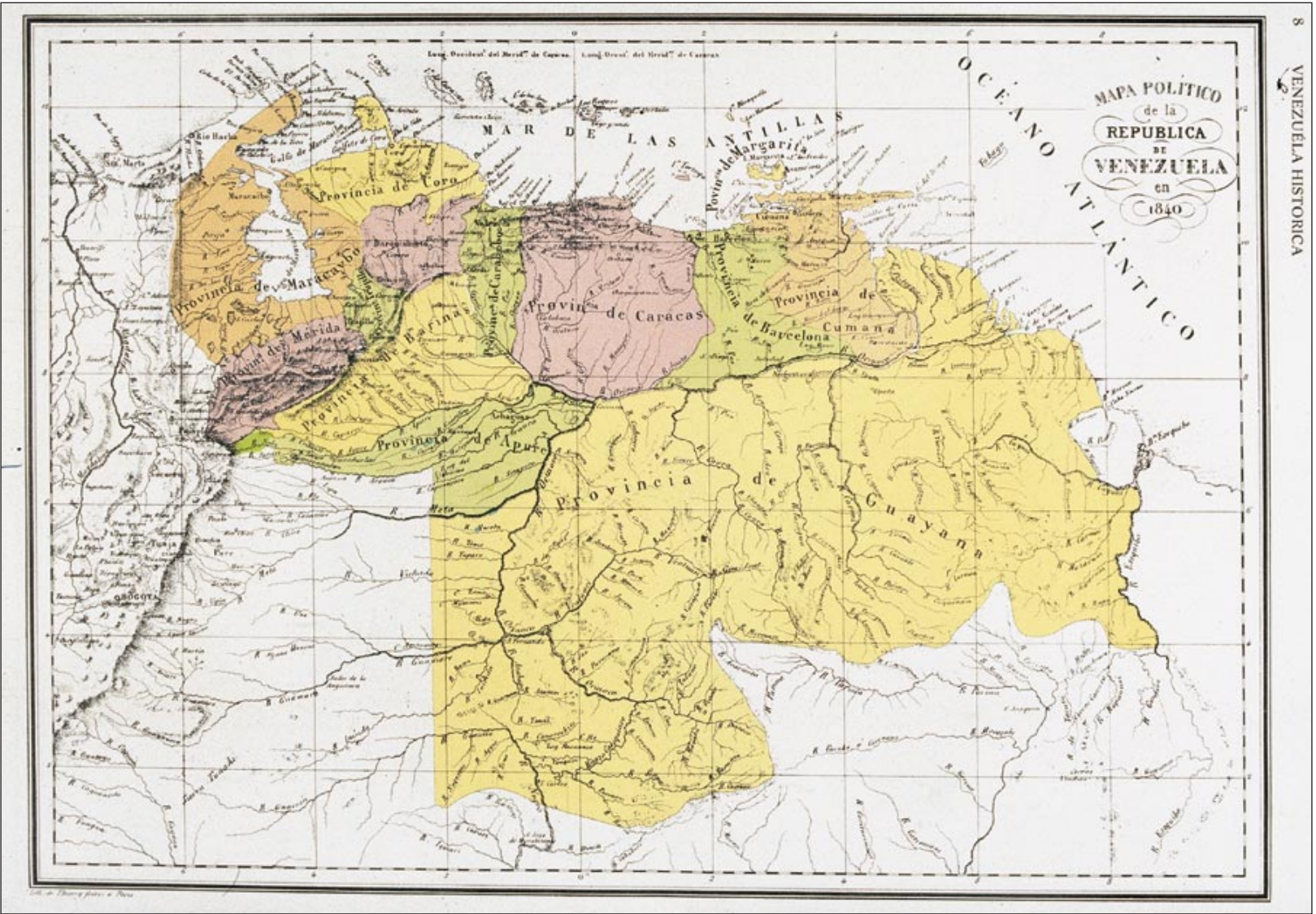
Y no podíamos dejar de mencionar a Lico García, Andrés Pérez, César Molina, Olegario Villegas, Cruz Clemente, Criso Palacios, Jorge Vivas y tantos otros a los que nos sentimos hermanados en el apasionante cultivo del cacao, y al cual damos gran parte de lo mejor que en nosotros existe.

Los autores



*A Dios,  
por permitirnos la oportunidad de realizar investigaciones  
sobre el cultivo alimento de los dioses, **Theobroma cacao** (Linneo).  
A nuestros hijos, Eliana, Silvino, Liliana, Humberto, Simón y Ernesto,  
espectadores de muchas de nuestras experiencias y diálogos cacaoteros.  
A los agricultores de cacao, que con sus sabias experiencias  
mantienen la sobrevivencia del agrosistema cacaotero.*

*Lilian y Humberto*



MAPA DE LAS PROVINCIAS DE VENEZUELA. 1840

**EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE CACAO  
EN LA VENEZUELA PRECOLOMBINA Y COLONIAL**

No se sabe exactamente cuándo se iniciaron las siembras de cacao en nuestro país. Sin duda alguna y amparados en la teoría sobre el origen del cacao, como proveniente de la zona noroccidental de Venezuela, debió ser allí donde se encontraron las primeras plantas silvestres de este fruto; así como la explotación de esas plantas de cacao debió sucederse en la parte meridional de la cuenca del Lago de Maracaibo, antes de la llegada de los españoles. Estos primeros intentos deben considerarse como la etapa precolombina de la explotación del cacao en Venezuela.

De acuerdo con Febres-Cordero (1982), los indígenas hacían uso del cacao mucho antes de la llegada de los españoles. Los cuicas de Trujillo, colindantes con los timotes de Mérida, preparaban y consumían una bebida denominada “chorote”, la cual era el producto de tostar las almendras, luego molerlas entre dos piedras y prepararlas a manera de infusión en frío o cocimiento en agua caliente, formando una pasta. Hay dudas de que el cacaotero en aquel momento fuera cultivado.

De acuerdo con fray A. de Zamora, a Maracaibo llegaban embarcaciones de España y de Nueva España, con la finalidad de cargar cacao y tabaco, pues aquella comarca era fertilísima y estaba llena de plantaciones de cacao. Zamora, señala que las plantaciones de cacao se hallaban en las selvas que miran hacia el Lago de Maracaibo, en el “ancón de Maruma”, punto limítrofe con las antiguas provincias de Mérida y Trujillo. No es descabellado pensar que los indígenas extraían las almendras de plantas silvestres halladas en las selvas de la hoya del Lago y en las vertientes de la cordillera que bordean dicha hoya. Como de costumbre, las plantas silvestres protegidas por el hombre se desarrollaban en aquel *semicultivo* particular, que lógicamente debió preceder al verdadero cultivo de esta especie, ayudando el hombre posteriormente en su difusión y multiplicación comercial.

Los españoles, una vez colonizados los territorios y sometidas las poblaciones indígenas, hicieron de la explotación cacaotera la base fundamental de la agricultura de aquellas comarcas y más tarde, en todo el territorio occidental de la Capitanía General de Venezuela, extendiendo el cultivo desde Pedraza –localidad altamente renombrada por su producción de cacao en el piedemonte andino– hasta la Orinoquia y dentro de la hoya del Lago de Maracaibo, en todas las estribaciones hasta el puerto de Gibraltar, enclavado en la presunta zona de origen del cacao Criollo y desde allí se embarcaban las fanegas de cacao con rumbo no sólo a España, sino también La Habana y a México, donde, de acuerdo con Villafañe (1833), la materia prima proveniente de Maracaibo era la más estimada de las producidas en esas zonas. En lo que se refiere a la calidad del producto, se consideraba al cacao de Maracaibo superior a todos los conocidos y en segundo lugar, al Caracas, es decir, al producido en la región de cultivo desde Tucacas hasta Capaya y muy superior también a aquel de las Indias Occidentales (OEXLIN, S.F. FIDE MOLL, 1943). Podríamos decir, por tanto, que fue en los valles alrededor del

extremo meridional de los Andes venezolanos donde tuvo su cuna la producción cacaotera comercial venezolana.

Una evidencia de que mucho antes de la llegada de los españoles los indígenas hacían uso del cacao se encuentra en la reseña del Archivo General de la Nación (1955), donde se señala que “en la Laguna de Maracaibo se ha descubierto una montaña de 100.000 árboles, pertenecientes a mi Real Hacienda respecto de no tener dueño, porque era de los naturales que allí habitaban y ahora ya no existen (Cédula expedida el 5 de agosto de 1602)”.

En las tierras altas predominaban las poblaciones nativas por ser éstas menos insalubres que las bajas. Estas poblaciones practicaban una agricultura basada únicamente en la recolección de frutos (VENTURINI, 1983), sobre todo las comunidades aldeanas a los ríos y caños, quienes, en el caso del cacao, lo transportaban, en pequeñas embarcaciones, desde las riberas boscosas hasta aquellos lugares donde procedían a extraer las semillas, para posteriormente secarlas y venderlas como tales o como pasta de cacao. Estas costumbres contribuyeron a la propagación del cacao.

En la provincia de Caracas, a medida que ocurre la expansión territorial, se van conformando núcleos de población, donde cada uno de ellos se estructura sobre la base del establecimiento de actividades económicas de subsistencia, es decir, agricultura y ganadería (ARCILA FARIAS, 1973).

Los españoles –principalmente las congregaciones eclesiásticas– fueron los que difundieron y desarrollaron el cultivo del cacaotero en el piedemonte andino, dentro de la hoya del Lago de Maracaibo, aunque de industria cacaotera sólo puede hablarse a partir del momento en que el cultivo logró pasar la barrera andina y comenzó a propagarse y a establecerse en las provincias de Barinas, Caracas y Cumaná. Para entonces, sólo se cultivaban los tipos de cacao que figuraban bajo el nombre de cacao dulce o “Criollo” de Venezuela, tanto en zonas húmedas bajas sin riego (Barlovento, Oriente), como en zonas costeras con riego (desde el este de La Guaira hasta el oeste de Puerto Cabello y valles de Yaracuy), similar al que crecía en la zona del piedemonte andino, hasta casi 1.000 msnm (PALMA, 1953).

Durante los siglos XVII y XVIII, la tierra fue valorándose, pues se había desarrollado un largo proceso de ocupación territorial encubierta bajo el nombre de “entradas” y emprendida mayoritariamente por blancos criollos quienes, junto con misioneros religiosos, con el supuesto de reducir indios en rebeldía, se apropiaron de los fértiles valles de Barlovento, en los cuales luego desarrollaron una intensa producción agrícola. Es aquí donde surge la agricultura de plantación, la cual consistía en el monocultivo con empleo de mano de obra esclava y servil (MALAVÉ, 1980). Esas plantaciones coloniales eran unidades económicas manejadas por mantuanos terratenientes, las cuales servirían para emprender la diversificación de la economía agropecuaria a partir del año 1730, cuando se experimenta un crecimiento progresivo, alentado por la apertura del mercado internacional europeo hacia determinados renglones como cacao, tabaco, cuero y añil.

La sostenida demanda del cacao venezolano desde la Nueva España y el contrabando operado por las colonias de Holanda, Inglaterra y Francia produjeron un

mayor beneficio para el productor que la vía lícita. El cacao toma un auge vertiginoso a partir de esta época, cultivándose en las provincias de Caracas, Barinas, Guayana y Nueva Andalucía (Cumaná), además de la de Maracaibo.

Corroborando lo señalado anteriormente, según la crónica de Olavarriaga (1981) correspondiente a los años 1720 y 1721, en la provincia de Venezuela, la cual comprendía las jurisdicciones de Caracas, San Sebastián, Valencia, Nirgua, Barquisimeto, Guanaguanare, Trujillo, Carora y Coro (sin contar Maracaibo, Barinas, Guayana y Cumaná), se estimaba un total de 4.546.564 árboles de cacao, con una producción de 67.123 fanegas, de las cuales el consumo en la provincia apenas alcanzaba a 3.690 fanegas.

En 1824, se introduce al país un cacao de calidad inferior a la del Criollo, denominado Forastero Trinitario, que rápidamente se difundió al este, hacia la península de Paria y hacia el oeste en Barlovento y el Tuy, donde el cacao Criollo había prácticamente desaparecido a causa de una enfermedad, esparciéndose luego hacia las zonas centrales con riego en los estados Aragua, Carabobo, Yaracuy y Lara. Inclusive pudo haber llegado a Trujillo pero no se difundió, debido a que en ese momento se iniciaba la decadencia del cultivo en toda la provincia. Aparentemente, este tipo de cacao Trinitario no llegó a los estados meridionales de Mérida y Táchira (PALMA, 1953).

### **Tecnología utilizada**

Mientras que en la hoya del Lago de Maracaibo los indígenas practicaban una “agricultura de recolección”, en la provincia de Caracas los españoles establecieron un sistema de “agricultura de plantación”, adaptando algunas prácticas agronómicas y de manejo similares a las que los peninsulares debían utilizar en su tierra natal en el manejo de cultivos perennes (olivos y frutales, entre otros). Ya para esa época, don Sebastián de Miranda (citado por Ortega, 1992) elabora una guía práctica que titula “Modo de fundar una hacienda de cacao”, la que debió servir para orientar el establecimiento de plantaciones comerciales de cacao y que reza así:

**Primero:** *Se roza la montaña, y ésta se deja al tiempo de cinco o seis meses para que el sol y el agua seque y pudra los árboles, en cuyo tiempo se cría algún montecito que llaman rastrojo, que se macanea o destruye cuando se quiere quemar la roza para que este montecito cause el fuego a la montaña.*

**Segundo:** *Quemada la roza, si la tierra es de riego, se le mete el agua para mitigar el fuego que tomó, y reconocer los altos y bajos que tenga dicha tierra, para prepararla de las regaderas que necesite cuando esté plantada la arboleda para su riego, como también para sus desagües.*

**Tercero:** *Hecho este beneficio, se siembra la tierra de maíz y yuca, para que más bien esté beneficiada y se vaya consumiendo la yerba con sus limpias, y mientras esto crece y se logra el fruto se ahíla por la siembra del cacao; esto se corren unas cuerdas a línea recta, según el largo y ancho de la vega dejando de hueco de cuerda a cuerda trece tercios de vara y poniendo en cuadro a trece una estaca, que es donde se va a poner el árbol. Allí inmediata-*

*mente se va sembrando plátanos para que la sombra de éstos le sirva de resguardo, o tapas al tal arbolito, de manera tal que ni le dé todo el sol ni le deje de dar; para que se pueda levantar.*

**Cuarto:** *A este mismo tiempo, en el medio de estas calles que quedarán delineadas, según va dicho, se ha de sembrar; en una sí una no, unos árboles que nombran bucare.*

**Quinto:** *El cacao en cada una de las estacas, que están en proporción, como va dicho al tercio de distancia en cuadro, se puede sembrar de granos, poniendo dos o tres de éstos, casi inmediatos, para ver cuál de ellos sale mejor; reconociendo esto, se quitan los otros para que quede una sola mata.*

**Sexto:** *Los arbolitos de cacao se han de ir dejando crecer; sin consentir las más que tres ramitas en lo principal del tronco para que tenga fuerza y crezca con más violencia (ORTEGA, 1992).*

Hasta el momento, éste es el documento escrito más antiguo que se conozca sobre técnicas de producción de cacao en Venezuela. Lo interesante del mismo es que las prácticas que allí se describen tienen bastante similitud con las que todavía hoy se realizan en las regiones de Barlovento y del Oriente del país. Los cultivadores actuales parecen no haber podido romper la brecha que separa estas viejas prácticas con las técnicas modernas que muchos países están utilizando en la obtención de altos rendimientos (1.500-5.000 kg/ha), contrastan con los obtenidos actualmente en estas regiones productoras de Venezuela (200-300 kg/ha).

El cacao bajo riego de las zonas centrales tiene su origen en la decisión de las congregaciones religiosas, específicamente los franciscanos, quienes prefirieron establecerse en los pequeños valles costeros de Turiamo, Ocumare, Choróní, Cata, Cuyagua, Chuao y Cepe, relativamente aislados de la influencia de las autoridades españolas y bajo condiciones de salubridad muy superiores a las de las zonas bajas de la planicie interna como el Orinoco, donde prevalecía el paludismo y otras enfermedades. Adicionalmente, el clima más seco en estos pequeños valles determinó una menor incidencia de enfermedades en el cacao, asegurando una mayor producción (PALMA, 1953). Además, el rápido acceso al mar facilitaba el comercio ilegal (de contrabando) con las colonias de las Antillas Holandesas e Inglesas. La prevalencia de condiciones de sequía ayudó a que se desarrollara el sistema de bajo riego, que aún se mantiene a pesar del estado de deterioro progresivo de los canales originarios.

### **El cacao en la época colonial**

El cacao se convirtió durante los siglos XVII y XVIII en uno de los principales factores movilizados de la economía agropecuaria colonial. En diversas partes del territorio, los peninsulares o sus descendientes, conocidos luego como mantuanos, fueron los beneficiarios de este proceso porque, al tener amplias posesiones de tierras y esclavos para trabajarlas, formaron grandes enclaves de producción, por lo que fueron conocidos como los “Grandes Cacaos”. Originaria-

## INTRODUCCIÓN



FOTO 1  
MONEDAS UTILIZADAS EN LAS  
FINCAS DE CACAO DE  
LA FAMILIA FRANCESCHI

mente, la mayoría de ellos eran españoles, especialmente en el centro y occidente del país, pero en oriente hubo familias de origen corso que se destacaron en esta actividad. Estas familias llegaron a Venezuela entre los años 1820 y 1830, huyendo de la República Dominicana y Haití, de donde fueron expulsados a raíz de la revuelta de los negros en contra del colonialismo francés; en su mayoría eran comerciantes más que agricultores y recibieron financiamiento de grupos judíos establecidos en la isla de Saint Thomas (Islas Vírgenes). Los más nombrados corsos fueron las familias Franceschi, Prosperi, Santeliz, Luccas, Massiani, entre otros, que adquirieron las siembras de cacao de manos de peninsulares españoles, en algunos casos como cancelaciones de deudas. Luego las fueron ampliando y desarrollando, colocando en ellas a familiares o amigos procedentes de Córcega, con quienes establecieron relaciones de producción, según las cuales éstos debían entregarles gran parte de las cosechas. De esta manera fueron creando un gran imperio comercial, porque además de vender la materia prima cacao traían mercancías de todo tipo que no se producían en el país y que vendían en sus propios establecimientos comerciales. La familia Franceschi llegó a manejar hasta 8.000 ha de plantaciones de cacao, en los alrededores del caño San Juan, en Carúpano, estado Sucre, con una producción que se calculaba en 4.000 tn de cacao en grano por año, la cual exportaban. Más aún, llegaron a tener sus propias monedas (Foto 1), con las cuales pagaban su mano de obra y sólo eran recibidas en las dependencias mercantiles de su propiedad (FRANCESCHI, 1998).

### PROBLEMAS DE LA PRODUCCIÓN CACAOTERA

Diversas situaciones se constituyeron en factores restrictivos para la producción de cacao:

a) Primero, en el siglo XIX, la Guerra de Independencia provocó el abandono de las plantaciones en las grandes haciendas y la total destrucción de las mismas al paso de los ejércitos, tanto patriotas como realistas. Posteriormente, la Guerra Federal, por lo larga y cruenta, acrecentó esta situación.

b) Durante la tercera década del siglo XX, la depresión económica mundial, el ciclón que azotó al estado Sucre en 1933, el *boom* de la explotación petrolera y la explosión de la Segunda Guerra Mundial, confluyeron en el estancamiento y deterioro de la producción cacaotera, especialmente en la zona oriental. Esas circunstancias provocaron la ruina de muchos pueblos y ciudades que vivían de esta economía, lo que produjo la migración de la fuerza de trabajo hacia los nuevos polos de desarrollo petrolero, lo cual dejó sin posibilidades las explotaciones agrícolas. Así la región cacaotera por excelencia del país perdió su preeminencia y hasta ahora no ha podido recuperarse totalmente.

El ciclón de 1933 tuvo efectos muy destructivos en toda la región, penetró por la península de Paria y salió por la zona de Carúpano, dejando a su paso desolación y ruinas. Hubo más de 500 personas desaparecidas, y alrededor de 3.000 viviendas fueron derrumbadas o severamente dañadas. Todas las fincas cacaoteras

## INTRODUCCIÓN

FOTO 2  
CAÑOS Y RÍOS POR DONDE  
SE COMERCIALIZABA EL CACAO

FOTO 2-A  
CURIARA TRANSPORTANDO  
CACAO EN CANASTOS



sufrieron los embates del viento, quedando en el suelo los bucares y otros árboles de sombra, tapizando las plantas de cacao. Todos los ríos y caños que actuaban como medio de comunicación fluvial quedaron inservibles para tal fin, al ser tapiados por la masa de vegetación del sombrío de las plantaciones y zonas aledañas. La infraestructura física que servía de agrosoporte para la producción agrícola y pecuaria se perdió por causa de la destrucción y tragedia originada por este fenómeno natural, lo que unido a la diáspora producto de la migración de los productores y pobladores, consolidó un caos y abandono en esta región, ampliamente cultivada con cacao.



CAPÍTULO I

## GENERALIDADES DEL CULTIVO



Antes de la llegada de los españoles, el cacao ya era utilizado por los nativos, quienes lo extraían de las zonas selváticas y le asignaban diversos usos, entre ellos: en la preparación de bebidas, como signo de valor de cambio en sus transacciones comerciales y en ritos religiosos. La primera descripción del árbol **cacahoaquahuitl** (como era conocido entre los indígenas) la realizó el naturalista español Francisco Hernández en el siglo XVI citado por Braudeau (1970). Pero fue Linneo, en 1737, quien prefirió designarlo *Theobromae*, calificativo de “manjar de los dioses”, quizás en alusión al origen divino que los aztecas le asignaban. Dentro de la descripción de Linneo se agrupan todos los tipos de cacao actualmente cultivados, como parte de la tribu *Bittneriees*, familia *Esterculiaceae*.

#### ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE CACAO

Al género *Theobromae* se le encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical, entre 18° latitud norte y 15° latitud sur, a una altitud generalmente inferior a 1.400 metros sobre el nivel del mar.

Tiene exigencias de temperaturas medias anuales elevadas con pequeñas fluctuaciones, una gran humedad y una cubierta arbórea que lo proteja de la insolación directa y de la evaporación. Las semillas de *Theobroma* son ricas en almidón, proteínas, materias grasas y otros elementos que le confieren un valor nutritivo real. Su contenido de theobromina 1,5 a 3,0%, unido a la presencia de cafeína, les da un sabor aromático particular.

Las semillas de la mayoría de las especies pueden servir, al igual que *T. cacao* L., para la preparación de chocolate y proporcionando algunas de ellas uno de muy buena calidad. La pulpa azucarada y acidulada que las rodea puede igualmente consumirse y es utilizada para la preparación de bebidas naturales refrescantes y en dulcerías.

Entre las especies más conocidas y utilizadas se pueden nombrar:

*T. bicolor*: cultivado en muchos países de América tropical, desde el sur de México hasta Brasil; la pulpa de las semillas se usa en la preparación de bebidas refrescantes y cuando las almendras se mezclan con cacao dan origen a un chocolate aceptable, pero muy amargo.

*T. angustifolium*: cultivado en América Central, conocido como cacao silvestre, no tiene valor comercial.

*T. grandifolium*: cultivado en los estados de Pará y Marañón, en Brasil, y en Venezuela. Con su pulpa se prepara una bebida refrescante conocida como “cupuasú”.

*T. gileri*: existe en estado salvaje en el oeste de Colombia, oeste de Venezuela y norte de Ecuador.

*T. glaucum*: conocido como “cacao de monte”, presente en la Amazonia de Venezuela, Colombia, Brasil, Perú y Ecuador.

*T. cirmolinae*: se le ha encontrado en la vertiente pacífica de la Cordillera de los Andes, entre 800 y 1.300 m de altitud.

# CAPÍTULO I

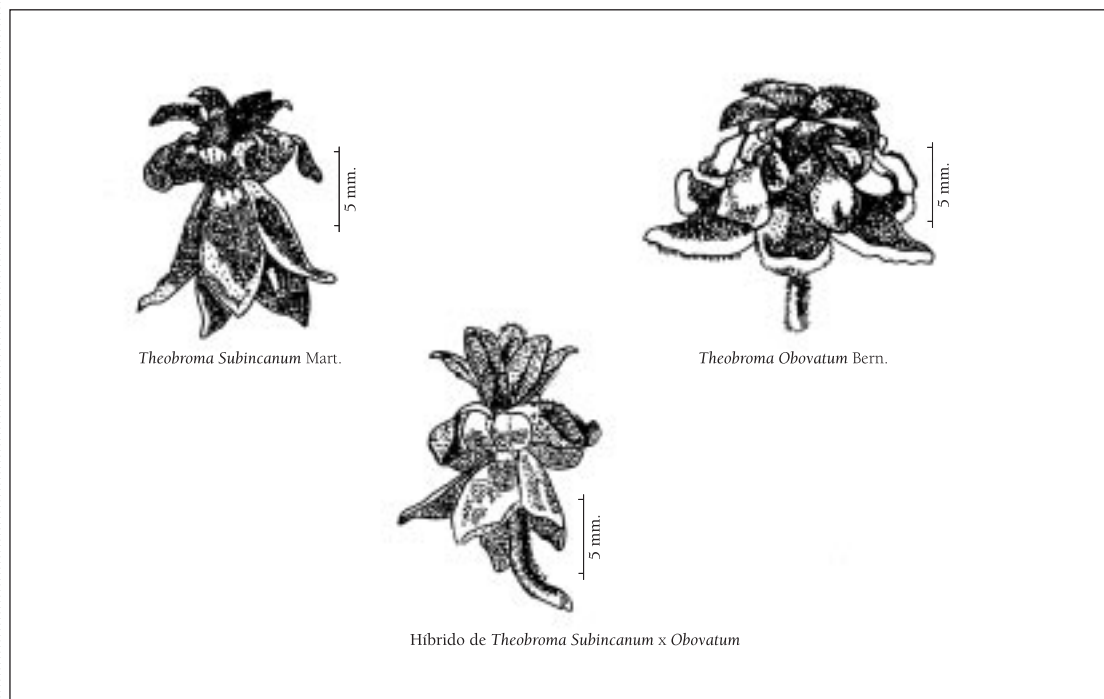
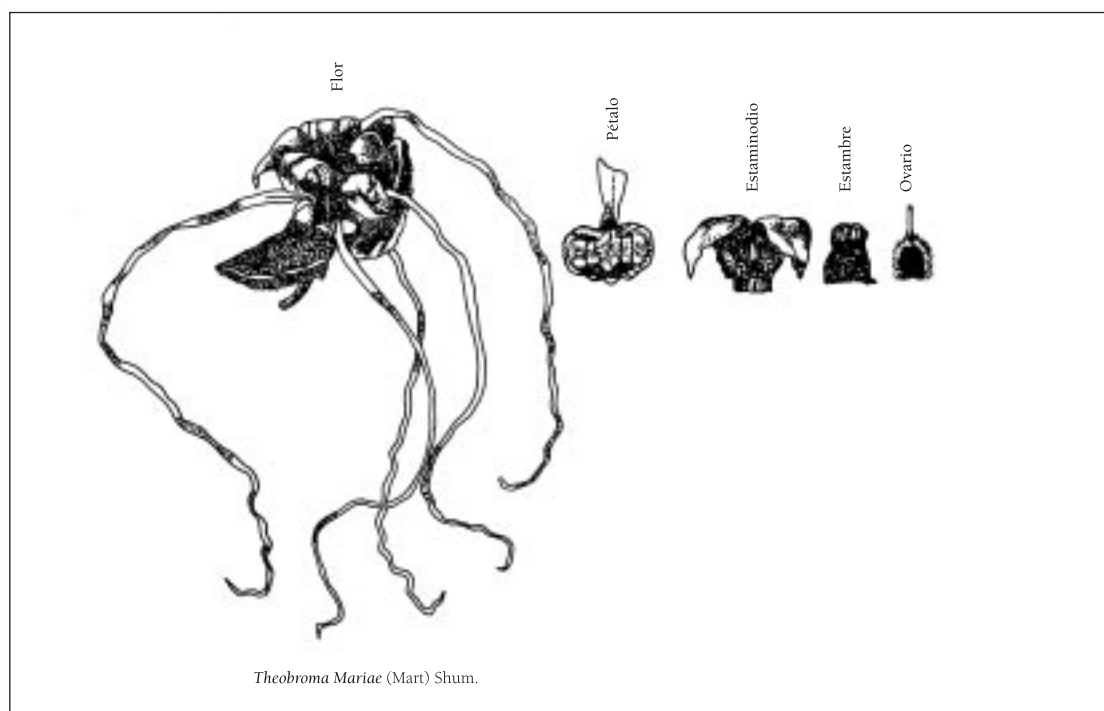
*T. simiarum*: reportado hasta ahora sólo en Costa Rica.

*T. subincanum*: presente en Brasil, Colombia y Venezuela (Figura 2).

A pesar de las 22 especies conocidas de *Theobroma*, la única cultivada para la producción comercial de granos destinados a la preparación de chocolate o a la extracción de manteca de cacao es la conocida como *Theobroma cacao* L.

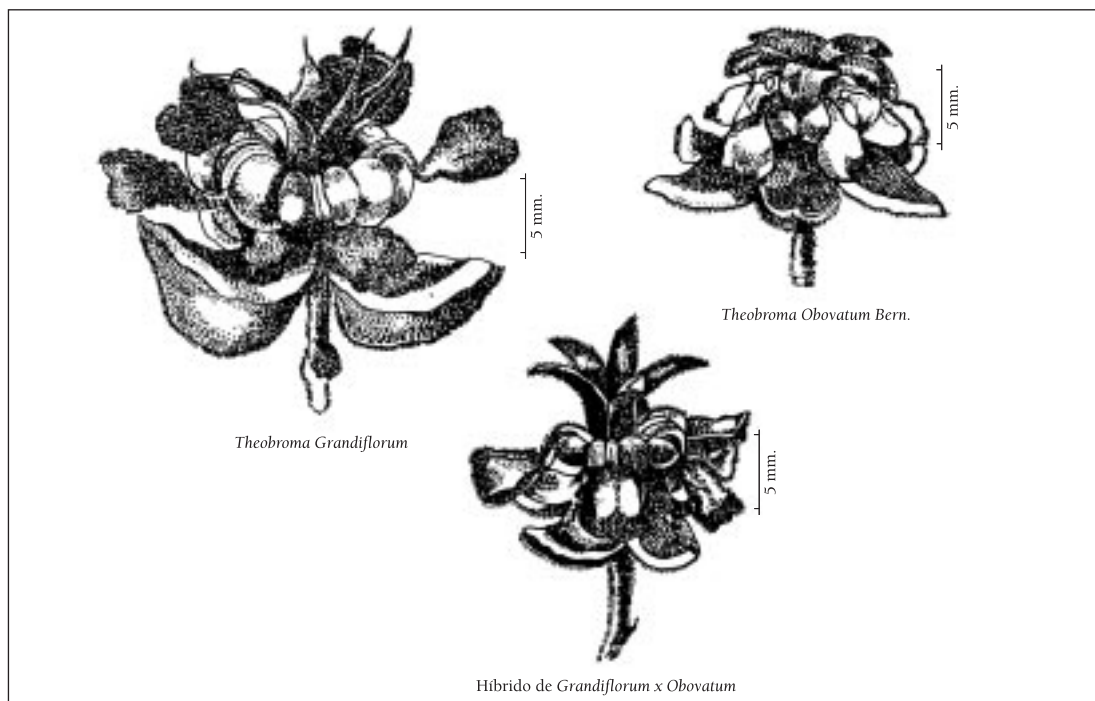
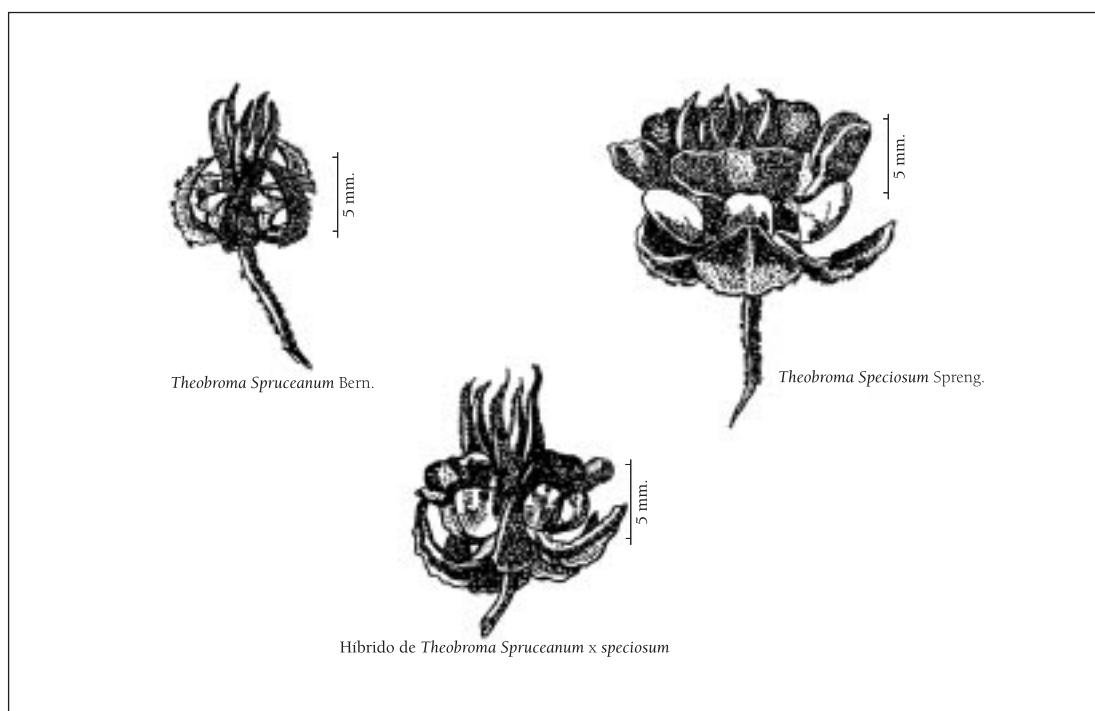
En su mayoría los autores interesados por este tema han considerado como

FIGURA 2  
FLORES. ESPECIES  
DEL GÉNERO *THEOBROMA*



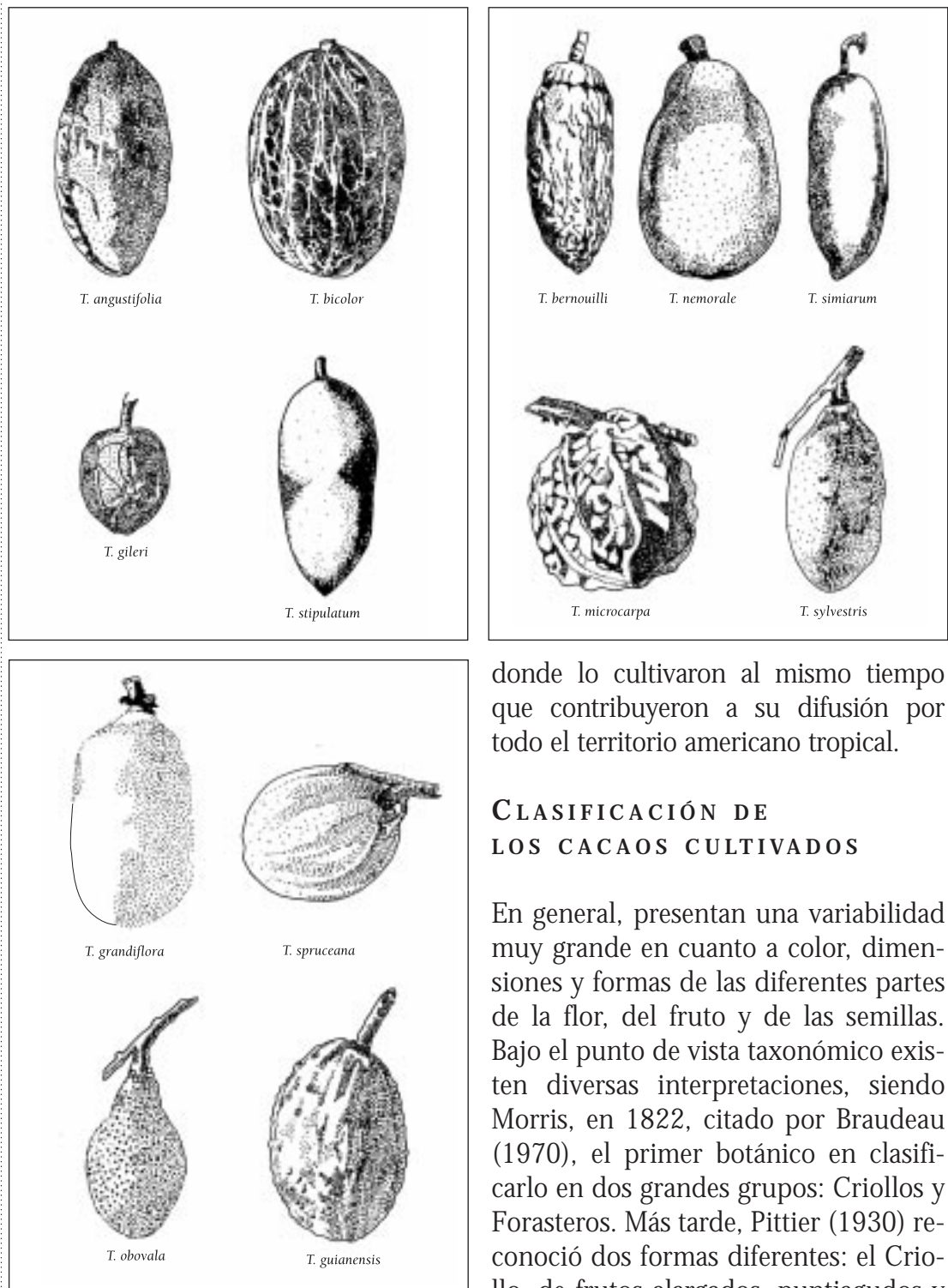
## CAPÍTULO I

centro de origen del cacao criollo las selvas húmedas de Centroamérica y México. Sin embargo, es bien conocido que los mayas, en la época en que desarrollaron su imperio y ocuparon amplias zonas del continente americano, probablemente llevaron el cacao desde los bosques de la selva húmeda tropical de la América del Sur más septentrional (actualmente Venezuela y Colombia), donde era recolectado de plantas silvestres hasta el centro del imperio maya, en la península de Yucatán,



## CAPÍTULO I

FIGURA 2  
FRUTOS. ESPECIES  
DEL GÉNERO *THEOBROMA*  
Tomado de Hardy (Manual del cacao)



donde lo cultivaron al mismo tiempo que contribuyeron a su difusión por todo el territorio americano tropical.

### CLASIFICACIÓN DE LOS CACAOS CULTIVADOS

En general, presentan una variabilidad muy grande en cuanto a color, dimensiones y formas de las diferentes partes de la flor, del fruto y de las semillas. Bajo el punto de vista taxonómico existen diversas interpretaciones, siendo Morris, en 1822, citado por Braudeau (1970), el primer botánico en clasificarlo en dos grandes grupos: Criollos y Forasteros. Más tarde, Pittier (1930) reconoció dos formas diferentes: el Criollo, de frutos alargados, puntiagudos y de cotiledones blancos y el Forastero,

de frutos redondeados, casi liso y de cotiledones color violeta, sustentando que estas dos formas corresponden a dos especies distintas:

- *T. cacao*, nativo de Centroamérica, que dio origen a todos los tipos de cacao Criollo.

- *T. leiocarpum*, de cotiledones violetas, originario de Suramérica, donde existe en estado espontáneo.

La teoría de Pittier fue cuestionada por Cheesman (1944), quien mantiene la clasificación de los cacaos cultivados en dos grandes grupos: Criollo y Forastero, pero los considera pertenecientes a la misma especie y sugiere que el Criollo, cuyas formas salvajes pueden ser encontradas desde Venezuela hasta el Sur de México, sería originario de la cuenca superior del Amazonas y que dos ramas distintas se habrían formado por la intervención del hombre, dando origen a los Criollos centroamericanos y a los suramericanos. Sin embargo, el comportamiento de los Criollos frente a enfermedades y plagas, a las cuales son altamente susceptibles, apoya una tesis contraria a la de Cheesman, puesto que todas las pruebas realizadas hasta ahora no han logrado encontrar plantas de Criollos resistentes a las enfermedades presentes en cacao, lo cual indica que, si descendieran directamente de los amazónicos, deberían presentar un mejor comportamiento ante estos agentes bióticos.

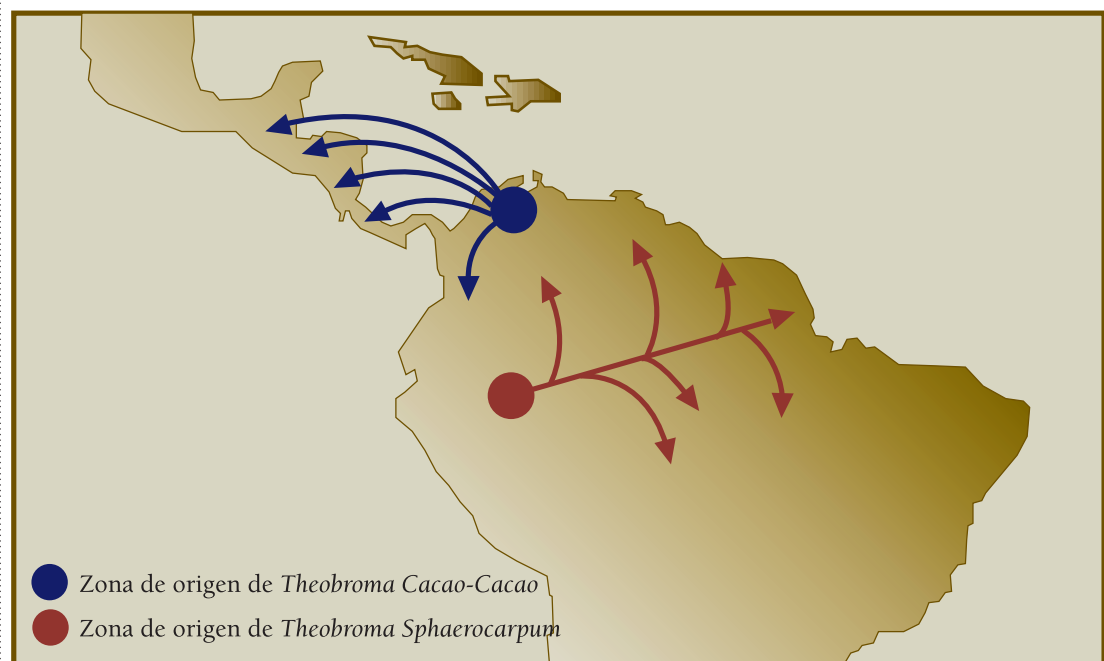
Posteriormente, Cuatrecasas (1964) subdividió al género en dos subespecies:

- *T. cacao*, subespecie *cacao*, donde agrupa las poblaciones de Criollos de Centro y Suramérica.

- *T. cacao*, subespecie *sphaerocarpum*, dentro de la que incluye todas las otras poblaciones, incluyendo los tipos Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo (Figura 3).

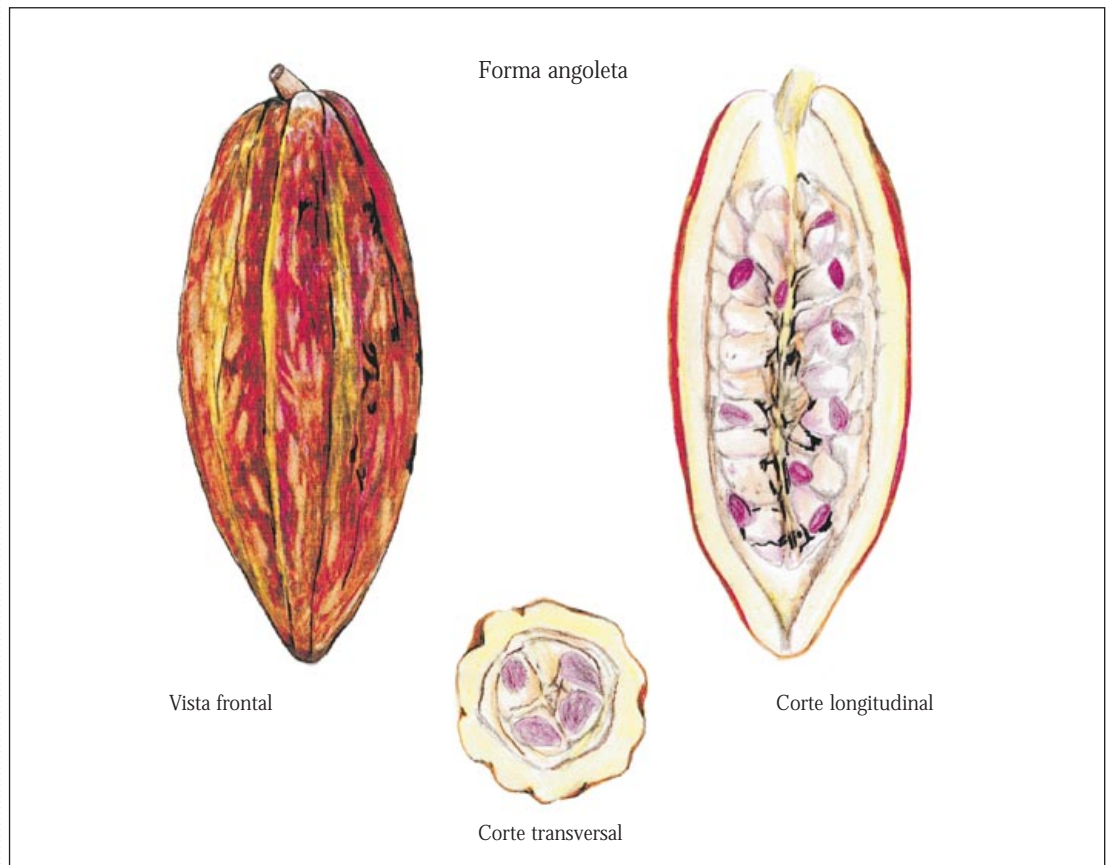
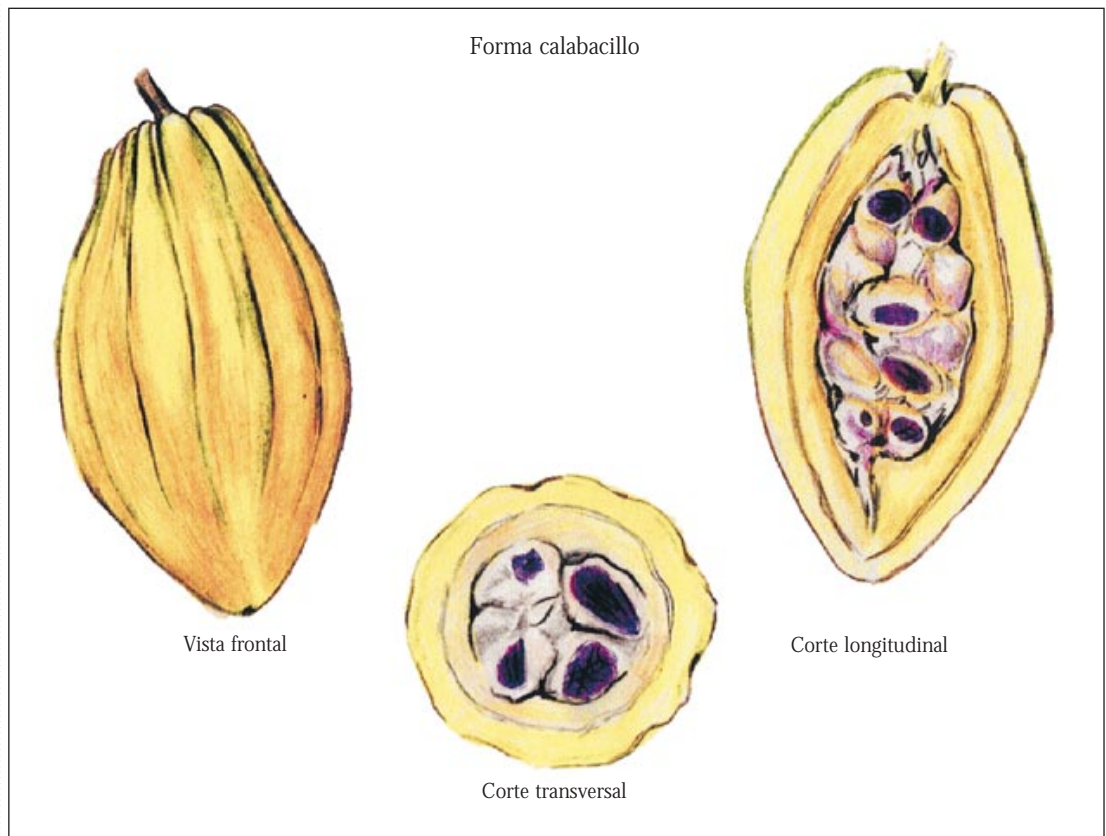
Los trabajos de Lanaud (1992) y Laurent (1993) determinaron la discriminación proveniente de los tipos Criollos con respecto a los Forasteros, a través de técnicas de análisis con marcadores bioquímicos y moleculares, estableciendo las bases teóricas para la diferenciación independiente unos de otros, a ambos lados de la barrera andina y apoyando la hipótesis de que los Criollos no pudieron origi-

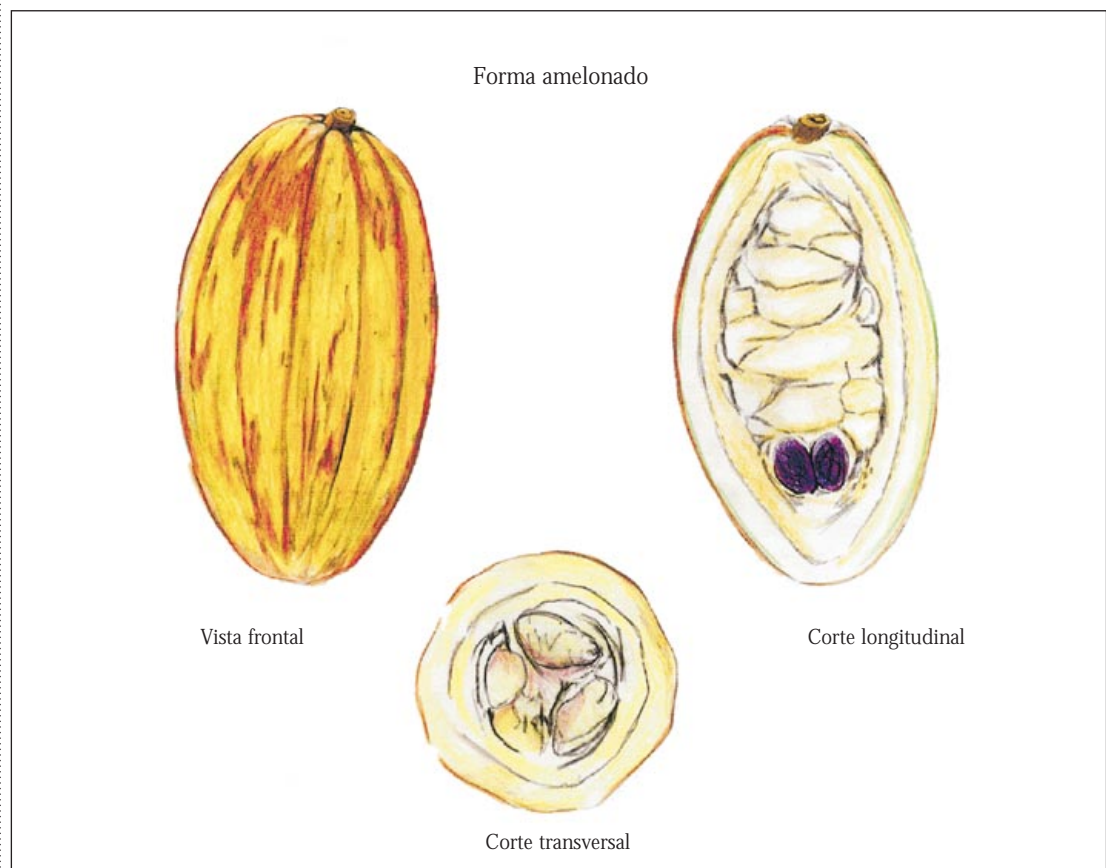
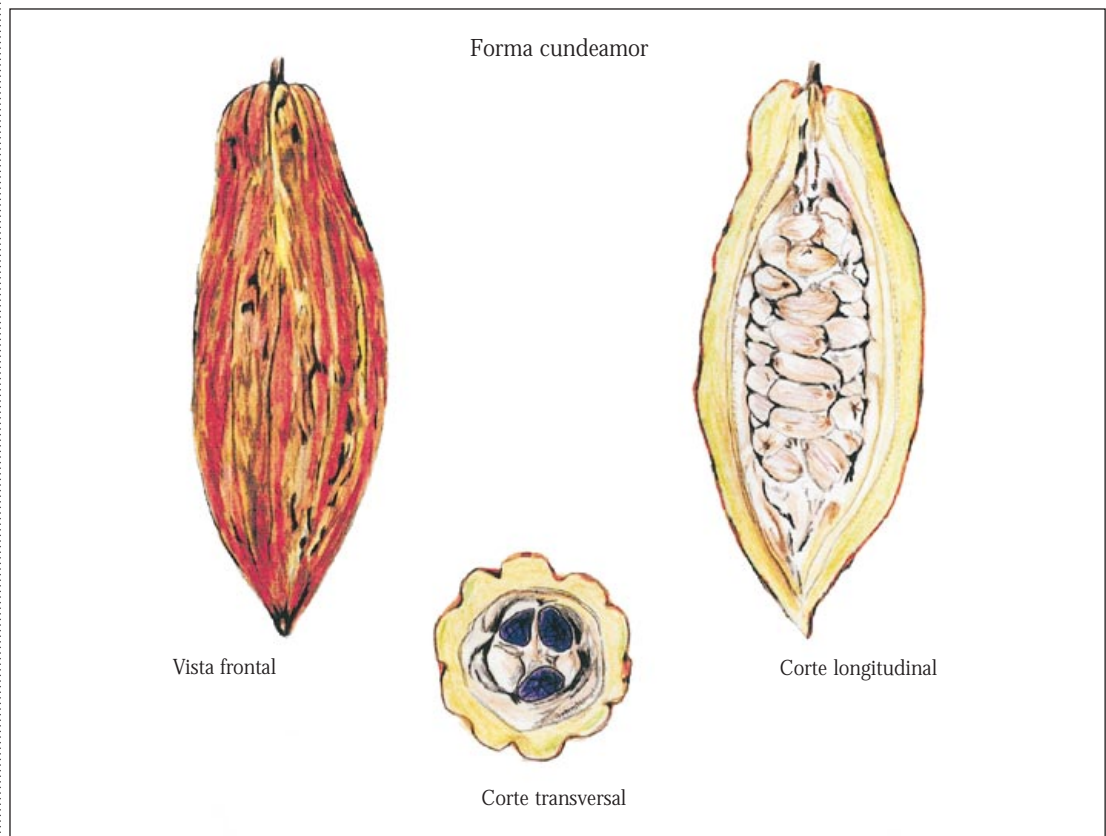
FIGURA 3  
MAPA DE UBICACIÓN  
DE LOS PROBABLES CENTROS  
DE ORIGEN DEL CACAO



# CAPÍTULO I

FIGURA 4  
FRUTOS DE DIFERENTES TIPOS  
DE CACAO FORASTERO:  
CUNDEAMOR, ANGOLETA,  
AMELONADO Y CALABACILLO





narse a partir de los Forasteros amazónicos. Los resultados de los trabajos de estos autores, tanto a nivel citoplasmático como mitocondrial, sugieren que los Criollos y Forasteros se diversificaron separadamente durante la evolución de las especies o de una especie relacionada con *T. cacao*, lo que concuerda con la hipótesis planteada por Cuatrecasas de la existencia de las dos subespecies.

Los resultados obtenidos por Lanaud y Laurent, reseñados anteriormente, también han permitido establecer las diferencias entre los cacaos del Alto y del Bajo Amazonas, los cuales se dispersaron a través de los tributarios de los grandes ríos a las Guayanas y a la Orinoquia. De acuerdo con las propuestas de Steyermark (1979) y Prance (1982), las transformaciones climáticas ocurridas durante el pleistoceno en la cota de 1.000 msnm, produjeron cambios de carácter cualitativo con marcados impactos sobre los organismos vivos, dando lugar a “saltos” en la estructura y composición de las comunidades. Los cambios climáticos, a través de variaciones en la precipitación y la temperatura, tuvieron marcados efectos sobre los organismos y ecosistemas de la región. En las zonas de montaña, la disminución de las temperaturas determinó el desplazamiento de los pisos de vegetación, constituyéndose áreas de refugio o islas terrestres. En las zonas bajas, durante este lapso de 1,5 millones de años, se sucedieron ciclos fríos y calientes con períodos alternados de sequía y humedad. Las selvas tropicales perennifolias que hoy cubren enormes extensiones, entre ellas la cuenca amazónica, quedaron reducidas a pequeñas islas en un mar de vegetación xerófila del tipo de sabanas y selvas bajas caducifolias. Esta sucesión de contracciones y expansiones puede considerarse como un poderoso mecanismo de especiación, donde sobrevivieron en sus hábitat actuales aquellas especies sitas en zonas de vida con la humedad suficiente para permitirles su permanencia.

Situaciones como éstas pueden haber reinado en las hoyas hidrográficas y en las riberas y desembocaduras de los grandes ríos. Tal es el caso de los organismos que habitaban alrededor de la zona sur del Lago de Maracaibo, considerada como área de refugio Catatumbo por Steyermark y Prance, donde los ríos y afluentes que aún existen contaban con la humedad suficiente para que especies como el cacao pudieran desarrollarse sin inconvenientes. Ello ha debido facilitar a los cacaos Criollos allí existentes manifestar una amplia diversidad de formas y colores, lo que representa una de las características más importantes que sustenta la tesis de que esta zona constituye el nicho ecológico de origen del cacao Criollo, representado hoy día por los Porcelanas en sus colores blanco-verdosos, verdes oscuros, rosados y rojos en sus formas lisas, por el cacao Pentágona y por los Criollos andinos de frutos rugosos de Zea, Estanques, Novilleros, Hernández, entre otros, todo lo cual confirma una biodiversidad cacaotera única en el mundo.

Igualmente debe reconocerse a la hoya del alto Amazonas como un centro primario de diversidad para la subespecie *sphaerocarpum*, con una considerable variabilidad genética, que además de la variación en los caracteres morfológicos sobre frutos y semillas posee también buen comportamiento frente a plagas, enfermedades fungosas y virales (Figura 4).

Por otra parte, tal y como lo señala Toxopeus (1987), los cacaos Criollos migraron desde las estribaciones de los Andes hasta llegar al Delta del Orinoco, donde deben haberse cruzado con cacaos Forasteros del bajo Amazonas provenientes de la Orinoquia. Como se sabe, los frailes tuvieron entre 1600 y 1700, el monopolio de la producción cacaotera del Orinoco, que se caracterizaba por plantaciones de alta producción. Debe ser allí donde se cruzaron los Criollos con los tipos del Bajo Amazonas, provenientes de la Orinoquia. De estos cruces resultaron plantas de altos rendimientos, gran habilidad de establecimiento y muy buena respuesta a las condiciones agroecológicas, por lo que deberían denominarse híbridos Deltanos, dado que fue en el Delta donde tuvieron su origen. Estos materiales fueron introducidos en Trinidad en 1575 –donde se cultivaban sólo cacaos Criollos provenientes del continente (Venezuela). Como una alternativa ante un desastre, denominado por ellos “blast”, que causó serios estragos en las plantaciones allí cultivadas. Estos híbridos Deltanos tuvieron mejor comportamiento ante las enfermedades, debido a los genes heredados de los cacaos del Bajo Amazonas y lograron la recuperación de las plantaciones cacaoteras de la isla. Cuando este desastre llegó a las costas venezolanas, cultivadores de origen corso, como Juan Maigmó en Curiepe y otros en la provincia de Cumaná, introdujeron estos híbridos Deltanos, los cuales llegaron a cubrir casi todo el territorio venezolano al este de los Andes. Se establecía así un tipo de cacao muy productivo, de buen comportamiento en campo, con acentuado y fragante sabor a cacao en las zonas de Barlovento, Aragua y Sucre, equivocadamente designados como Trinitarios, pero que en realidad son los híbridos Deltanos señalados anteriormente, originarios de la primera hibridación entre Criollos y Amazónicos. La misma opinión comparte Rincón (1982) y Toxopeus (1987) cuando especifican el origen de los principales tipos de cacao cultivados en América del Sur.

**CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES CACAOS CULTIVADOS**

Los cacaos cultivados pueden clasificarse en tres grandes grupos:

| <b>Grupo</b>         | <b>Subespecie</b>  |
|----------------------|--|
| Criollo              | <i>T. cacao cacao</i>  |
| Forastero            | <i>T. cacao sphaerocarpum</i>                                    |
| Trinitario o Deltano | Híbridos de <i>T. cacao cacao</i> x <i>T. cacaosphaerocarpum</i> |

**Cacaos Criollos**

En este grupo se incluyen los cacaos Criollos Andinos, Criollos Porcelana y Criollos Pentágona.

**Criollos Andinos:** sus principales características son:

a) Mazorcas de color rojo o verde antes de la madurez, o de combinaciones de color rojo y de rosado a amarillo. Tienen forma alargada, con una punta muy acentuada en el extremo inferior, con la superficie marcada por diez surcos muy

## CAPÍTULO I

FOTO 3.  
DIVERSIDAD DE FRUTOS  
DEL TIPO CRIOLLO ANDINO



FOTO 4.  
CRIOLLO PORCELANA DE ALTA  
PRODUCCIÓN



profundos iguales o repartidos en cinco grupos alternos de dos, uno de ellos menos acentuado que el otro.

b) La mazorca es siempre ancha en la base y nunca comprimida, como en el Angoleta o el Cundeamor.

c) Pericarpio muy rugoso, delgado y muy fácil de cortar.

d) Mesocarpio delgado, pero lignificado.

e) Granos gruesos, rollizos, redondeados, con cotiledones de color blanco o muy ligeramente pigmentados cuando está fresco.

Al cacao Criollo, por sus características de alta calidad, se le conoce también como Cacao Fino y Venezuela es uno de los países que cuenta con la mayor biodiversidad de esta especie en el mundo (Fotos 3, 4).

**Criollos Porcelana:** presentan características muy similares a los Criollos Andinos. Los árboles son de porte bajo, ramas finas y cortas, hojas de color verde de diferentes tonalidades o rosado suave. Las flores son pequeñas, con una ligera coloración rosada en los estaminodios y, en algunos casos, en los sépalos y pétalos. Las mazorcas, medianas o grandes, van unidas al tallo por medio de un pedúnculo corto y delgado. Presentan una forma corta y cilíndrica, muy característica que se estrecha repentinamente en el apex para formar una punta corta perfectamente marcada por cinco surcos, mientras el cuerpo del fruto es liso y los surcos están muy poco marcados o no aparecen, la cáscara es muy delgada. También se consiguen mazorcas del tipo Amelonado o del tipo Cundeamor, con surcos muy superficiales, de cáscara lisa, delgada y suave, en algunos casos pueden ser de cáscara gruesa. Existe gran variabilidad en el color: de tonos casi blanco a verde oscuro, de rojo a

## CAPÍTULO I

FOTO 5.  
DIVERSIDAD DE TAMAÑOS  
Y COLORES DEL  
CRIOLLO PORCELANA



FOTOS 6 A-B.  
FRUTO DE CACAO  
PENTÁGONA ROJO  
PENTÁGONA VERDE



rosado (Foto 5), encontrándose una estrecha relación entre el color rojo o rosado del fruto y de los sépalos y la coloración rosada de las almendras (REYES ET AL., 1991).

**Criollos Pentágona:** producen una mazorca con una forma muy particular, con cinco aristas muy prominentes, con pericarpio rugoso y sin surcos. Este tipo de cacao, conocido como “cuatrofilos” en el piedemonte andino venezolano, tiene un desarrollo poco vigoroso, que sólo alcanza 4 m de altura, así fue señalado por Reyes (1992). Posee flores y hojas pequeñas y escasas, y frutos de colores verde a rojo intenso. Las semillas, en número de 20, son grandes y redondeadas y producen un grano de alta calidad (Fotos 6-a y 6-b).

### **Cacaos Trinitarios o Deltanos**

Conforman la mayoría de las plantaciones venezolanas ubicadas en los estados Aragua, Miranda y Sucre, constituyendo casi el 90% de la producción del país. Son plantas híbridas originalmente formadas a partir del cruce del Criollo por el Forastero del Bajo Amazonas, y posteriormente, a través de retrocruzas con los Criollos, han originado un tipo de cacao de alta calidad, con aroma y sabor muy pronunciados. Estos cacaos, al ser procesados por la industria, dan lugar a chocolates muy aromáticos, con un acentuado sabor a cacao. Entre éstos, destacan los producidos en Chuao, Choróní y Ocumare en el estado Aragua, los Carenero tipo superior en Miranda y los Río Caribe, Carúpano, El Pilar y Yaguaraparo en el estado Sucre (Foto 7).

### **Cacaos Forasteros Amazónicos**

Constituyen la casi totalidad de los cacaos corrientes plantados en Brasil y en

## CAPÍTULO I

FOTO 7.

DIVERSIDAD DE COLORES  
Y FORMAS DE FRUTOS DE CACAOS  
TRINITARIOS O DELTANOS



África Occidental, Malasia e Indonesia. Su producción llega a casi 80% del total mundial. Además de sus características de vigor, precocidad y productividad, también presentan resistencia o tolerancia a enfermedades y virus, razón por la que son muy estimados en los programas de mejoramiento genético que conducen los diferentes países productores, interesados en obtener materiales híbridos que combinen estas buenas características de campo con la calidad de los Criollos o Trinitarios. En Venezuela, por ejemplo, se han utilizado para la producción de plantas destinadas a la siembra en áreas donde las enfermedades como la “escoba de brujas” o el “mal de Choroní” son causa de situaciones críticas en la producción de las plantaciones.

FOTO 8.

TIPOS DE CACAO FORASTERO,  
FORMA ANGOLETA



## CAPÍTULO I



FOTO 9.  
CACAO FORASTERO  
FORMA CUNDEAMOR

Con estos híbridos se obtiene una muy alta producción y una calidad intermedia. En el país, los tipos conocidos como Camacitas y Legón presentan características que los ubican como Forasteros. En Brasil, los Forasteros comunes son: Pará, Marañón, Almeida y Catongo; en Costa Rica: el Matina, y en Colombia: el Calabacillo y el Pajarito. Entre otros Forasteros destaca el cacao nacional del Ecuador, denominado Forastero fino en el comercio internacional, debido a sus cualidades de aroma y sabor. De acuerdo con Llano Gómez, se distinguen cuatro tipos de cacaos Forasteros:

**Angoleta:** de surcos profundos, superficie rugosa, diámetro mayor que la longitud de la mazorca, ápice bastante pronunciado, de forma puntiaguda, cáscara gruesa y de consistencia regular, granos grandes y semirrollizos, almendras de color violeta pálido.

**Cundeamor:** sus lomos son más bien superficiales, aunque en algunas variedades son más profundos, el diámetro mayor es aproximadamente 50% de la longitud del fruto. Presentan una constricción cerca del pedúnculo que se denomina “cuello de botella”. Un cultivar perteneciente a esta morfología del fruto es el Ocu-mare-61 de Venezuela.

**Amelonado:** de surcos poco pronunciados, casi lisos, diámetro mayor de 60 a 75% de la longitud del fruto, forma globosa, muy parecido a un melón. Es el más cultivado dentro del grupo de los Forasteros. No presenta cuello de botella. Las semillas son de color violeta oscuro y planas. Se han conseguido frutos de este tipo como el Catongo en Brasil y el Legón en Venezuela, con las almendras de color blanco.

**Calabacillo:** árbol de tamaño pequeño, con follaje compacto, las ramas tienden a abrirse y a pendular, sin agobiarse totalmente, sistema radical desarrollado

FOTO 10.  
CACAO FORASTERO  
FORMA AMELONADO



## CAPÍTULO I

FOTO 11.  
CACAO FORASTERO  
FORMA CALABACILLO



y fuerte. El fruto es pequeño, con cinco surcos marcados, el ápice varía de acuerdo con las variedades, siendo romo en algunos casos y puntiagudo en otras. Semillas aplastadas y triangulares, de color violeta oscuro o púrpura, amargas y de lenta fermentación. A este tipo pertenecen los Camacitas del estado Delta Amacuro (Fotos 8, 9, 10, 11).

## CAPÍTULO II

# LA PLANTA DE CACAO Y SU AMBIENTE



**EXIGENCIAS CLIMÁTICAS****Precipitación**

La cantidad de agua procedente de las lluvias es importante, no sólo por su abundancia, sino también por su distribución anual, pues determina, en gran medida, la provisión de la humedad requerida para el cultivo de cacao, muy exigente en este elemento. Sin embargo, la disponibilidad de agua para la planta está influenciada en última instancia por la naturaleza y características del suelo: como son su profundidad y propiedades físicas que definen el poder de retención de humedad. Bajo las condiciones ideales de suelo, el cultivo requiere de un mínimo de precipitación, cercano a 1.200 mm anuales, aproximadamente 100 mm/mes. En condiciones de alta precipitación, inclusive hasta de 5.000 mm/año, es posible el desarrollo normal del cacaotal, siempre y cuando el suelo esté bien drenado, natural o artificialmente. Además, las altas precipitaciones provocan elevados niveles de humedad relativa, situación muy favorable para el desarrollo de enfermedades fungosas, a la vez que resulta muy oneroso su control mediante productos químicos, debido al constante lavado de estos productos por efecto de las continuas lluvias. En nuestro país, la zona sur del Lago de Maracaibo y los valles mirandinos de Barlovento presentan precipitaciones suficientes para el normal desarrollo del cultivo del cacao.

La mayoría de las zonas tropicales presentan una estación seca definida en la distribución de las precipitaciones, excepto en el bosque muy húmedo tropical. Se considera estación seca un período mayor de cuatro meses, durante los cuales la precipitación mensual es inferior a 65 mm (MOHR Y VAN BAREN, 1959), en cuyo caso la planta de cacao puede sufrir graves daños, especialmente la defoliación de las hojas jóvenes primero y luego de las más viejas, provocando su marchitez y muerte.

Aquellas zonas donde se evidencien problemas de falta de humedad, deben manejarse con mucho cuidado, procurando favorecer los factores que eviten la transpiración excesiva de la planta y la evaporación del agua del suelo. En Venezuela existen muchas regiones donde las condiciones fisicoquímicas del suelo son muy buenas para el cultivo del cacao, pero la precipitación resulta insuficiente. Tal es el caso de los valles litorales de los estados Aragua y Carabobo, los llanos de Barinas y Portuguesa y algunos municipios del estado Sucre, donde la estación seca puede durar hasta seis meses y es necesario aplicar riego, normalmente por gravedad, para suplir las deficiencias hídricas, lo que a la vez tiene la ventaja de disminuir los costos de producción al atenuar los factores predisponentes al establecimiento de enfermedades fungosas, siendo innecesario aplicar frecuentemente fungicidas, como se requiere en zonas de alta precipitación.

En síntesis, sobre los requerimientos hídricos del cultivo del cacao, lo importante es que las precipitaciones sean suficientes durante todo el año para cubrir las pérdidas de agua por evaporación desde la capa superficial del suelo y por transpiración a través de la planta. Con esto se quiere indicar que no basta la cantidad total

de lluvias caídas, sino lo importante es que exista una adecuada distribución de ellas durante todo el año. Los períodos de sequía superiores a los tres meses pueden causar una disminución severa de las actividades vitales de la planta, ocasionando caída de las hojas, secamiento de los tallos y mermas en la fructificación y producción.

### **Temperatura**

La temperatura desempeña un papel de enorme importancia en los procesos fisiológicos de crecimiento, desarrollo y producción de las plantas de cacao. Sobre todo, en la formación de yemas y número de brotes foliares y floración durante el año. Cuando la temperatura sobrepasa los 28°C durante la época seca, se produce la abscisión de las hojas y la pérdida de la dominancia apical sucediéndose frecuentes brotaciones. Se ha determinado que la intensidad de la floración disminuye cuando la temperatura es menor de 21°C además de que el hongo *Phytophthora* es más incidente. En general, se considera que la temperatura media anual óptima para el cacao es de 25°C, con una mínima media diaria no menor a 15°C y una mínima absoluta no menor a 10°C (HARDY, 1960).

### **Luminosidad**

La luz es un elemento esencial para el normal desarrollo de las plantas; aunque el cacao puede desarrollarse y crecer bien bajo condiciones de sombra parcial como a plena exposición solar. La luminosidad tiene influencias en diversos aspectos del comportamiento de la planta.

**Morfología del follaje.** Las hojas que se desarrollan a plena exposición solar son pequeñas, gruesas y de color verde pálido, con un ciclo de vida más corto. Las hojas que se desarrollan bajo sombra densa de otros árboles son de mayor superficie, delgadas y de color verde intenso.

**Apertura de los estomas.** Se ha comprobado que las hojas expuestas a altas luminosidades mantienen sus estomas abiertos, siempre que el abastecimiento de agua a la planta sea suficiente para mantener la turgencia de las células. En condiciones de sombra, los estomas empiezan a cerrarse cuando la intensidad lumínica se reduce a 5% de la intensidad máxima (ALVIM, 1958). Cuando no existe deficiencia hídrica, los estomas están abiertos completamente entre las 8:00 y las 17:00 horas, lo que parece sugerir que el cacao no es una planta de sombra; de lo contrario, aquéllos deberían cerrarse al alcanzar la máxima luminosidad.

### **Crecimiento, nutrición y producción**

Existe una correlación positiva entre estos procesos: cuanto más elevadas sean las disponibilidades de elementos minerales, mayor será la cantidad necesaria de luminosidad para obtener rendimientos potenciales óptimos. Por el contrario, si la disponibilidad de elementos nutritivos es limitada, el potencial máximo de rendimiento es menor y sólo puede alcanzarse bajo sombrero; cualquier exceso de luz provocaría un descenso en los rendimientos.

Por ello el productor, de acuerdo a las condiciones locales de clima y suelo,

## CAPÍTULO II

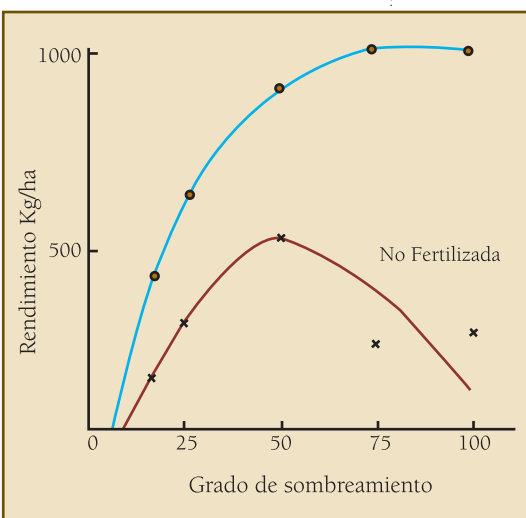


FIGURA 5.  
CURVA DE LAS RELACIONES  
DE LUMINOSIDAD  
Y NUTRIMENTOS EN EL CULTIVO  
DEL CACAO

debe realizar la disminución del sombrío de su plantación de una manera progresiva, de otra manera se desencadenarían trastornos fisiológicos que provocarían el deterioro del cacaotal. Paralelamente con el raleo del sombrío deben proveerse los elementos nutritivos, especialmente nitrógeno, para que las plantas alcancen suficiente frondosidad. En otras palabras, la supresión del sombrío beneficia a la plantación sólo cuando los demás factores ambientales y nutricionales son favorables; de lo contrario, sus efectos serán negativos.

En los primeros años de vida de la plantación, el sombrío es necesario para regularizar el desarrollo y aminorar el crecimiento de las malezas, que compiten con las plantas de cacao por agua, nutrimentos e incluso luz. La agresividad de las malezas obliga a un control permanente y oneroso en las plantaciones siendo el sombrío una forma de control natural; una vez que el cacaotal ha alcanzado suficiente desarrollo y frondosidad disminuye la entrada de luz a los pisos inferiores, donde crecen las malezas. Actualmente se recomienda el uso de mayores densidades de siembra, es decir, distancias más cortas entre plantas de cacao y entre hileras para lograr la temprana aproximación de las copas (Figura 5).

### EXIGENCIAS EDÁFICAS

#### Características físicas de los suelos

El suelo ideal para el cultivo del cacao es aquel que posea buena retención de humedad y esté bien drenado y aireado, para que no presente restricciones al crecimiento de la raíz. La profundidad de la capa del suelo que tenga estas condiciones se denomina espacio radical y constituye el principal factor que diferencia los buenos y malos suelos para cultivar cacao. De acuerdo con Hardy (1960), la profundidad aprovechable del suelo debería ser al menos de 150 cm, aunque, en algunas regiones donde la precipitación está bien distribuida, profundidades de 100 a 120 cm soportan plantaciones exitosas. Los mejores suelos para cacao están constituidos por arcillas agregadas o suelos franco-arcillosos, con una proporción de partículas componentes del suelo de 30-40% de arcilla, 50% de arena y 10-20% de limo. Si el suelo es muy pesado, con mayor proporción de arcilla que la señalada, se dificulta la aireación y el desarrollo de las raíces. Por otro lado, los suelos arenosos, aun cuando permiten una buena aireación, poseen baja capacidad de retención de agua, indispensable para el buen desarrollo del cultivo.

La consistencia del suelo o grado de compactación es otra característica importante: los suelos muy compactados bloquean el crecimiento de las raicillas. Son recomendables los suelos sueltos, suaves, con agregados estructurados fácilmente rompibles a la presión de los dedos.

#### Características químicas

La acidez del suelo o pH ideal para el cultivo del cacao se ubica entre 6 y 7,

siendo 6,5 el pH óptimo. Sin embargo, el cultivo puede desarrollarse sobre suelos con reacción ácida pH-5 e incluso en suelos alcalinos con pH entre 7 y 8.

El contenido de materia orgánica del suelo debe ser cercano a 3,5% en el horizonte superficial del suelo, para contribuir a mantener una estructura granulosa favorable al desarrollo de las raíces, a la absorción de nutrimentos y a la retención de humedad.

El contenido de elementos nutritivos del suelo depende de su capacidad de intercambio de bases, que debe estar entre 12 y 13 meq/100 g de suelo en el horizonte superficial. El cultivo puede desarrollarse en suelos con valores inferiores a los señalados, siempre y cuando se apliquen fertilizantes periódicamente.

El indicador más preciso de cualquier deficiencia de elementos nutritivos es la propia planta, por lo que es importante saber identificar los síntomas de carencias o deficiencias que se manifiestan esencialmente en las hojas (ver Capítulo V).

### **BOTÁNICA**

La planta de cacao es de talla variable, pudiendo medir entre 4 y 8 m, según el tipo al que pertenezcan. El sistema de manejo que se utilice va a influenciar en la conformación de las plantas, dependiendo de la distancia de siembra utilizada y el tipo de poda que se aplique. Tradicionalmente se utilizaban distancias grandes entre plantas 6 x 6; hoy día se recomiendan distancias cortas, entre 2 y 3 m, sin menoscabo de la capacidad de producción, consiguiendo mayores redimientos por unidad de área, logrando formar una cubierta de follaje continuo sobre el suelo que interfiere o bloquea el paso de luz, lo que a su vez limita el crecimiento de malezas, evitando la competencia por agua y nutrimentos, y disminuyendo los costos de su control (REYES Y ROJAS, 1984).

#### **Sistema radicular**

Desde el momento en que se inicia la germinación de la semilla, la radícula comienza con un movimiento geotrópico a penetrar el suelo. En la base del hipocótilo, se forman raicillas que crecen lateralmente, mientras que la raíz principal crece hacia abajo. Las raicillas laterales se distribuyen en la capa húmeda superficial del suelo, donde se ramifican abundantemente y emiten por sus extremidades gran número de pequeñas radículas fibrosas, formando una cabellera profusa que se entremezcla con la materia orgánica del suelo superficial, facilitando así la absorción del agua y de los elementos nutritivos.

#### **Tronco**

Luego de la aparición de las primeras hojas, el tallito inicia su crecimiento ortotrópico; comienzan a desarrollarse las hojas que se distribuyen en una filotaxia de 3/8 a 5/13, durante el primer año. Cuando el tallo alcanza alrededor de 1m de altura –lo que dependerá del tipo de cacao– aparece el llamado verticilio foliar, compuesto por tres, cuatro o cinco ramas que forman una corona y crecen subho-

## CAPÍTULO II

FOTOS 12 Y 13.  
FLORES BLANCAS Y FLORES  
ROSADAS DEL CACAO



rizontalmente durante los primeros 24 meses. En estas ramas se presentan brotaciones foliares sucesivas, con períodos de reposo a lo largo de todo el crecimiento de la planta. Estas brotaciones se disponen en una filotaxia de 1/2 y en número cercano a seis hojas. El ritmo de estas brotaciones dependerá de la temperatura del aire y de la disponibilidad de agua en el suelo (ALVIM, 1977), constituyendo la respuesta fisiológica denominada hidroperiodismo, por depender de la alternancia de épocas secas con épocas húmedas.

En el tronco aparecen brotes ortotrópicos denominados chupones, cuyo crecimiento debe regularse mediante la poda, para la conformación adecuada de la planta y evitar que pueda perder su equilibrio natural y volcarse. En oportunidades esos chupones son aprovechables para reemplazo de la planta madre.

### Hojas

En principio, están constituidas por tejido blando que, en la medida que van expandiendo su lámina, va endureciéndose. El color puede variar de acuerdo con el cultivar o clon, desde tonalidades verde pálido en los Porcelanas verdes hasta violeta intenso en el ICS-95. Las hojas vienen acompañadas de dos estípulas en su base, que luego se desprenden y, al envejecer, pierden su flexibilidad y se hacen quebradizas.

El tamaño de las hojas dependerá principalmente de la intensidad de luz que reciban, las hojas expuestas directamente a la luz son más pequeñas y más gruesas que las desarrolladas en alto sombrío. Los estomas sólo están presentes en el envés de las hojas. La vida de las hojas tiene una duración aproximada de un año, su caída está directamente ligada a la disponibilidad de agua en el suelo.

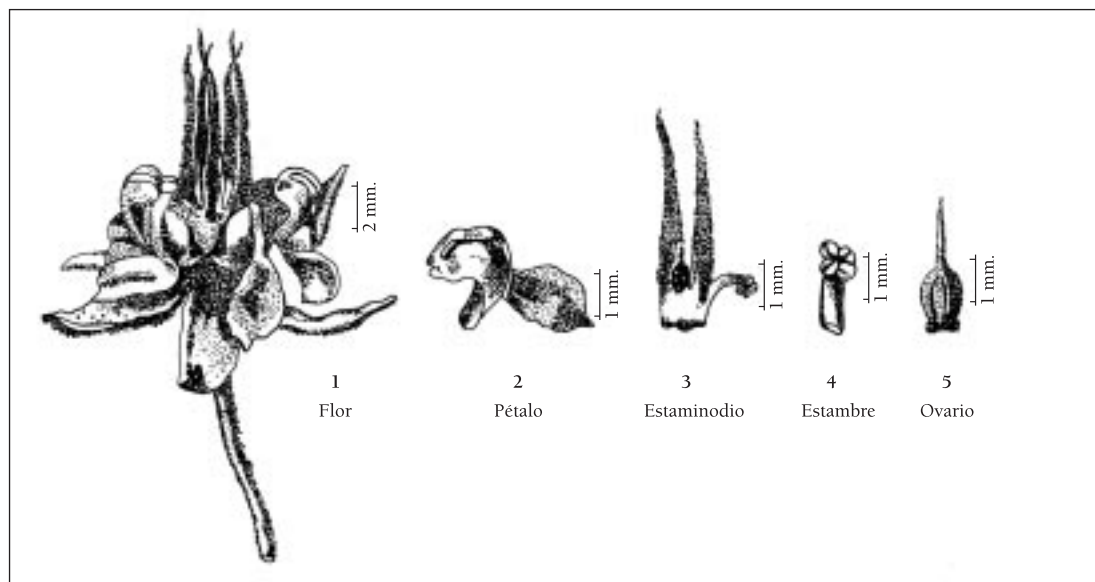
### Flor

La planta de cacao es cauliflora, es decir, produce sus flores sobre las cortezas viejas del tronco o de las ramas principales. La floración se inicia a partir de los dos años y las épocas de floración varían de acuerdo con las condiciones climáticas, ya que las temperaturas medias elevadas y las lluvias abundantes le resultan favorables. En estudios llevados a cabo en Brasil, se ha demostrado que la floración se estimula cuando a una época seca le sigue un período lluvioso, provocando igualmente brotaciones de yemas foliares y producción de hojas (ALVIM, 1966). Asimismo, existen diferencias entre los tipos de cacao: los Criollos florecen menos que los Forasteros a lo largo del año. Las inflorescencias se desarrollan sobre los cojinetes, que pueden albergar muchas flores activas al mismo tiempo (Fotos 12 y 13).

La flor está asentada sobre un pedicelo de 1 a 3 mm, es de talla pequeña y del tipo pentámera. Los cinco sépalos, soldados en su base, son blancos o rosados; los cinco pétalos, alternos con los sépalos, son estrechos en la base, luego se ensanchan y se hacen cóncavos para formar un pequeño capuchón de color blanco llamado “cogulla”. Esta estructura está bordeada interiormente por dos nervios color violeta y su abertura está orientada hacia el eje de la flor; en su parte superior se estrecha y se

## CAPÍTULO II

FIGURA 6.  
LA FLOR DEL CACAO  
Y SUS PARTES.



prolonga en una ligula que la enlaza con el limbo del pétalo, es de color amarillento y completamente orientado hacia el exterior de la flor (Figura 6).

El ovario es súpero y comprende cinco cavidades que contienen, cada una, de cinco a 15 óvulos dispuestos alrededor del eje central del ovario. El estilo es tubular, dividido en cinco estigmas. El androceo está compuesto por cinco estambres que alternan con cinco estaminoides estériles. Estambres y estaminodios están soldados por su base para formar un tubo muy corto, los estaminodios son de color pardo violáceo, erguidos y rodean el estilo. Los estambres están curvados hacia el exterior, directamente hacia los pétalos a los cuales están opuestos. Las anteras se encuentran alojadas en el interior de las “cogullas” de los pétalos correspondientes, cada una está compuesta por cuatro sacos polínicos. Esta configuración de las piezas florales y la viscosidad del polen hacen muy difícil la polinización por la acción del viento, siendo mayoritariamente entomófila. El grano de polen de cacao tiene las siguientes características: suboblato u oblato esferoidal de  $14.5-0.25 \times 18.1-22.9\mu$ , tricolporado (brevicolpodas), con vista polar circular. Los colpos son poros transversales de cerca de  $3,2\mu$  de diámetro. La exina mide de  $1.8\mu$  de grosor, es semisectada, de superficie reticulada. El retículo ligeramente curvado. Las luminas varían entre  $0.3$  y  $0.8\mu$  de diámetro. Los miros de  $0.4\mu$  de ancho con ligeros engrosamientos en las partes altas hasta  $0.5\mu$  de diámetro (MONCADA, 1983).

FIGURA 7.  
OVARIO DE UNA FLOR DE CACAO,  
MOSTRANDO SUS ÓVULOS



Existe un grupo de insectos ligados a la polinización de la flor cacaotera, entre los cuales destacan varias especies de mosquitas del género *Forcipomyia* (SAUNDERS, 1968) especializadas en el proceso. Por ello, es muy importante considerar los efectos que la utilización de insecticidas en los programas de control de plagas puedan tener sobre las poblaciones de estos polinizadores (Figura 7).

Una vez polinizada la flor por la acción de la fauna insectil, en un máximo de 24 horas, los tubos polínicos germinan a partir de los granos de polen y penetran en el estilo, alargándose hasta alcanzar el saco embrional del óvulo, llegando a los

## CAPÍTULO II

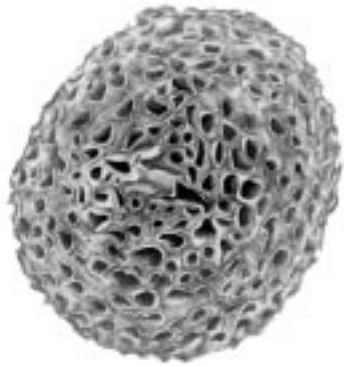


FIGURA 8.  
DIBUJO DE UN GRANO  
DE POLEN DE CACAO.

óvulos de la flor y desencadenando el desarrollo de las semillas y del fruto. En algunos casos, las flores polinizadas se caen, debido a una falta de fecundación, causada por un fenómeno conocido como incompatibilidad, el cual parece ser exclusivo del cacao y ocurre en el momento en que los gametos se ponen en contacto con el saco embrionario, impidiendo la fusión de ambos (Figura 8). Diversos autores han establecido normas para que los programas de mejoramiento puedan obviar la aparición de este fenómeno, mediante el uso de clones autocompatibles que aseguren la fecundación y consiguiente producción (COPE, 1962; KNIGHT Y ROGERS, 1995). Se calcula que el porcentaje de fecundación de flores es del orden del 5%.

### Fruto

Llamado comúnmente mazorca, es una drupa grande, sostenida por un pedúnculo fuerte y leñoso que procede del engrosamiento del pedicelo floral. Tiene una gran variedad de formas, desde alargadas hasta casi redondas, en la superficie presenta cinco surcos longitudinales principales y cinco secundarios que alternan con los primeros. Igualmente, los hay con superficie muy rugosa hasta los de superficie completamente lisa. El color varía desde el blanco, a diferentes tonos de verdes y de rojos cuando jóvenes, pero al madurar los colores básicos van del amarillo hasta el rojo naranja o rojo oscuro. El fruto joven presenta cinco compartimientos rellenos de granos, regularmente repartidos; al madurar, las paredes de estas cámaras desaparecen y queda una cavidad única repleta de granos rodeados de una pulpa mucilaginosa espesa. El número de semillas por fruto varía con el tipo: desde 25/30 en los Criollos, hasta 60/70 en algunos Forasteros amazónicos.

El período desde la fecundación hasta la madurez del fruto depende de la época del año, calculándose entre cinco y siete meses. El peso de una mazorca puede variar desde 150 hasta 1.000 g, pero en promedio se estima de 300 a 400 g. El índice de mazorca se refiere al número de frutos necesarios para obtener 1 kg de cacao seco; éste es un indicador importante al seleccionar plantas para la producción de semillas para la propagación. Los tipos Criollos tienden a tener un índice de mazorca bajo: 8-10 frutos/kg cacao seco, mientras que algunos Amazónicos presentan índices altos como 30-35 frutos/kg cacao seco.

### Semillas

Están cubiertas por una pulpa mucilaginosa de color blanco y de sabor agradable, en cuyo interior se encuentran los cotiledones; a la pulpa mucilaginosa le sigue en su interior una envoltura delgada pero resistente, de color rosado, denominada cascarilla, que proviene del desarrollo de los tegumentos del óvulo. Los cotiledones ocupan todo el interior del tegumento, y sus colores oscilan desde el blanco hasta el morado intenso, pasando por todos los matices intermedios. Los cotiledones están fuertemente plegados y presentan numerosos lóbulos imbricados unos con otros, están recubiertos por una finísima película traslúcida, brillante, que representa los vestigios del endosperma. Están unidos en su base a una radícula, que tiene una longitud de 6 a 7 mm y a una gémula rudimentaria, ambas

están insertas entre los dos cotiledones y rodeadas por sus lóbulos, constituyendo lo que se denomina el germen del cacao o embrión.

**Características de las semillas:**

1) La longitud puede variar de 15 a 30 mm, el ancho de 8 a 20 mm y el espesor entre 5 y 15 mm.

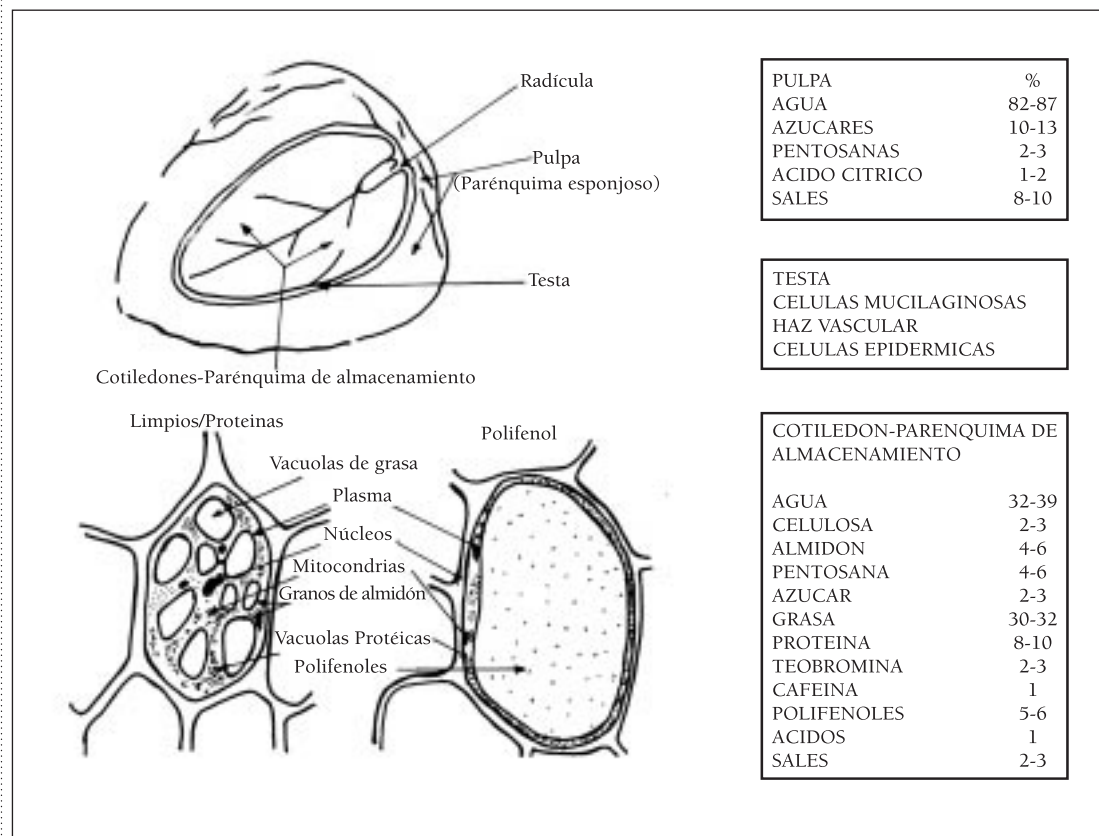
2) El peso es quizás el más importante de los caracteres, ya que los cotiledones de la almendra constituyen la materia prima fundamental para la industria chocolatera y confitera; varía de acuerdo con el tipo y/o clon: 0,7 g para los Scavina clon del Alto Amazonas a 3,9 g para el clon UF 607 selección de Costa Rica; el peso para la almendra seca fluctúa entre 0,6 g para el SCA 6 y 2,8 g para la selección Porcelana 004. El peso de la cascarilla varía entre 5 y 12%, de acuerdo con el cultivar. El peso medio de la pulpa puede oscilar entre 30 y 54%, pero en general es inferior a 40 por ciento.

3) El color de los cotiledones frescos va desde el color blanco en los Criollos hasta el morado intenso en los Forasteros amazónicos. Una excepción lo representa el Panaquirito 72, un Forastero con los cotiledones de color blanco, seleccionado en Barlovento (Miranda, Venezuela).

**Anatomía y composición química de la semilla:**

Al estudiar histológicamente los cotiledones frescos de la semilla, se puede observar:

FIGURA 9  
CORTE ANATÓMICO DE LA SEMILLA, SEÑALANDO COMPONENTES CELULARES.



- a) Células epidérmicas dispuestas en una capa monocelular.
- b) Células parenquimatosas de reserva que constituyen alrededor del 90% de los tejidos de los cotiledones, incoloras, contentivas de la llamada manteca de cacao, proteínas y granos de almidón.
- c) Células con pigmentos que ocupan 8 a 10% del cotiledón y que son responsables de su coloración. Contienen polifenoles (taninos, catequinas, antocianinas, leucoantocianinas) y purinas (theobromina y cafeína).

El contenido de grasa puede variar entre 45 y 60% en almendras fermentadas y secadas.

Los polifenoles constituyen los compuestos que dan la coloración a las semillas de Forasteros y Trinitarios; no están presentes en los tipos Criollos (Figura 9).

### ***Germinación de la semilla***

A diferencia de otras plantas cultivadas como el café, la semilla de cacao alcanza su madurez fisiológica mucho antes que la del fruto: granos extraídos de mazorcas recolectadas inmaduras, cuando la pulpa que los rodea es aún compacta y dura, germinan sin dificultad. Las semillas conservan su viabilidad durante varias semanas en frutos cosechados, pero la pierden rápidamente al ser abiertos si no se les brinda humedad suficiente. Cuando la cáscara de la mazorca se rompe y se permite la aireación al interior de la misma, la pulpa se seca y se inicia la germinación del grano.

La germinación de la semilla es epigea y se produce entre tres y seis días después de sembrada. La radícula de color blancuzco se alarga y crece hacia abajo, mientras que los cotiledones son levantados unos 3 a 8 cm por el crecimiento del hipocótilo. Los cotiledones afloran en la superficie del suelo unos 8 días después de la siembra, todavía revestidos con el tegumento, el cual se desgarran enseguida y permite la apertura de los cotiledones. El hipocótilo y los cotiledones expuestos a la luz enverdecen poco a poco. Las primeras hojas verdaderas aparecen con el desarrollo del canículo, entre 10 y 15 días después de la germinación (Foto 14).

## **ZONAS PRODUCTORAS DE CACAO EN VENEZUELA**

La producción cacaotera está concentrada en tres regiones, que involucran a su vez 12 entidades federales: región Nororiental (Sucre, Monagas y Delta Amacuro), región Centro-norte-costera (Miranda, Aragua, Carabobo y Yaracuy) y la región Suroccidental (Apure, Barinas, Táchira, Mérida y Zulia). Cada una de las regiones señaladas posee características específicas, así como particularidades referidas al material genético, manejo de las plantaciones, tenencia de la tierra y problemas fitosanitarios.

### **Región nororiental**

Comprende los estados Sucre, Monagas y Delta Amacuro. Es en Sucre donde

FOTO 14.  
SEMILLAS BLANCAS ROLLIZAS  
DE UN CACAO CRIOLLO.



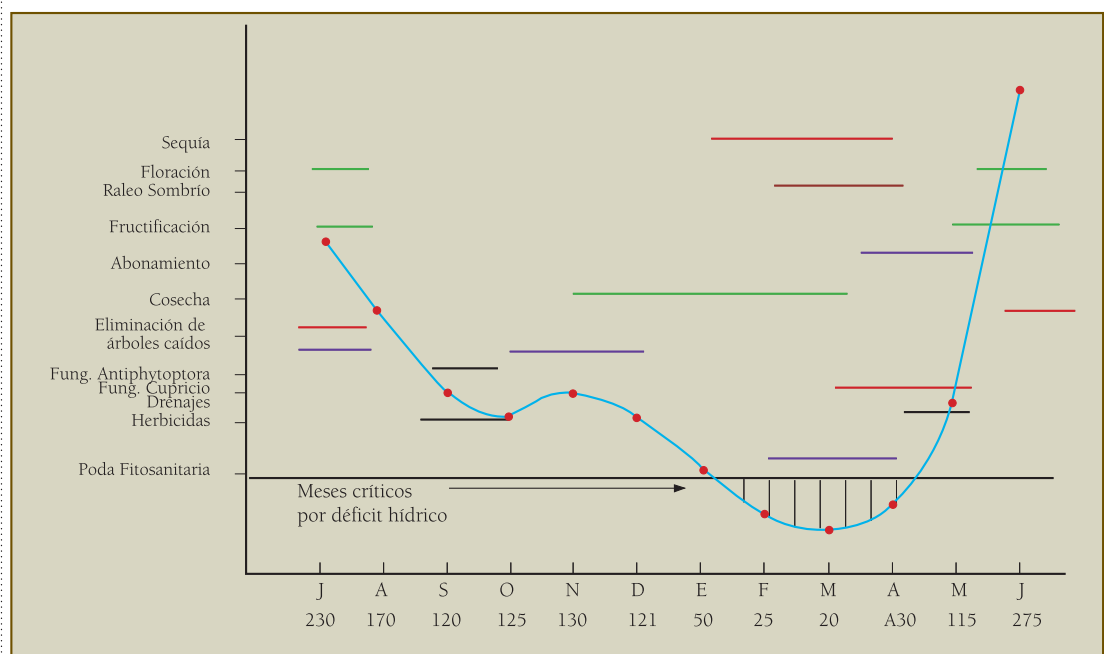
## CAPÍTULO II

está localizada la mayor parte de la producción, específicamente en la península de Paria: El Pilar, Yaguaraparo, Río Caribe, Irapa, Güiria y Carúpano. En esta área (Figura 10), los vientos del noreste y sureste dan lugar a precipitaciones abundantes tierra adentro. En Sucre se localizan las unidades ecológicas, bosque húmedo tropical (**bht**), caracterizado por precipitación promedio anual entre 1.800 y 3.000 mm, temperatura media anual por encima de 24°C, altitud entre 400 y 1.000 msnm y el bosque seco tropical (**bst**), caracterizado por una precipitación media anual entre 1.000 y 1.800 mm, con una época de sequía entre cuatro y seis meses, un promedio anual de temperatura de 22 a 29°C, una altitud que va desde el nivel del mar hasta 1.000 metros.

En Monagas y Delta Amacuro las unidades ecológicas predominantes son el **bst**, con asociaciones edáficas húmedas y el **bht**, con suelos aluviales fértiles, con problemas de drenaje.

En Monagas, el cacao se cultiva en los distritos Maturín, Bolívar y en Caripito contribuyen con apenas el 0,34% de la producción nacional. El estado Delta Amacuro está conformado por una red de caños entrelazados, que forman un extensivo sistema de islas, la zona cacaotera se encuentra localizada en una delgada franja a ambos lados de los caños Tucupita y Cocuina, margen derecha del Mánamo y margen izquierda del Macareo, alrededor de los caseríos Macareíto, San Salvador, Carapal, Aguas Negras, Guacacia, Guásima y otras. Los suelos del delta del Orinoco están divididos, desde el punto de vista hidrológico, en tres grandes zonas: el Delta superior, el Delta medio y el Delta inferior. El Delta superior, comprende tres tipos de suelos, en general con subsuelos pesados, de estructura en bloque, con pH de 5 en la capa arable. El Delta medio comprende cuatro tipos de suelos, donde los que probablemente soportan el cultivo del cacao son limosos, de diques. Los limosos de terrazas inundables están expuestos a inundacio-

FIGURA 10.  
CRONOGRAMA DE  
INTERVENCIONES AGRONÓMICAS  
Y FITOSANITARIAS  
EL PILAR, ESTADO SUCRE



nes anuales y por su mal drenaje no son aptos para el cacao, según el patrón establecido por Hardy.

En el Delta hay 1.800 ha bajo siembra –un 3,8% del total nacional–, la población cacaotera esta conformada por varios tipos:

- Poblaciones constituidas por árboles viejos, que sobrevivieron a la escoba de brujas en la década de los años 20-30, compuestas por retrocruzas entre Forasteros Trinitarios y Criollos, con alto porcentaje de semillas claras y características fenotípicas cercanas a las del Criollo, que resultan de gran valor para la selección por calidad y resistencia a dicha enfermedad.

- Poblaciones jóvenes de una variedad llamada Criollo por los nativos, que es en realidad un Forastero, de mazorcas pequeñas, de color verde y/o rojo, de gran adaptabilidad a las condiciones del área, muy apreciado por los productores del lugar, se trata del material llamado Camacita.

- El material llamado cacao Ministerio por los técnicos del Ministerio de Agricultura y Cría, son poblaciones híbridas entre tipos Criollos y Deltanos. También en Monagas el cacao Ministerio fue distribuido como material de siembra. Como información general se puede señalar que en el año de 1972 la zona fue declarada como marginal para la producción del cacao, eliminándose parte de la asistencia crediticia, debido a que los estudios de suelos detectaron la presencia de una capa sulfurosa que los acidifica.

En Sucre, en general las condiciones climáticas son favorables para el cultivo de cacao, las precipitaciones oscilan alrededor de unos 1.500 mm/año, con algunas excepciones, donde la precipitación es insuficiente como en algunas áreas de Río Caribe, donde se requiere riego suplementario. Güiria y El Pilar presentan precipitaciones inferiores a 1.000 mm/año mal distribuidos, los suelos son en su mayoría de origen aluvial, correspondientes a los fondos de la sucesión de valles intermontanos presentes en la zona. Por ser suelos formados de sedimentos relativamente recientes, no tienen problemas en cuanto a fertilidad se refiere pero requieren de riego suplementario.

El estado Sucre concentra la mayor superficie –26.280 ha–, lo que representa 43,13% del total bajo siembra a nivel nacional. Predomina el pequeño productor con parcelas de 3,16 ha en promedio, son comunes las asociaciones con ocumo blanco y chino, cítricas, yuca, mango, cambur y coco.

La población cacaotera pertenece al grupo de los Trinitarios, con alguna influencia del cacao Criollo que originalmente se cultivó; se podría decir que la población cacaotera es similar al Trinitario de Barlovento.

En la zona Nororiental, la práctica de fermentación no está difundida, la mayor parte del cacao que se produce es del tipo corriente.

### **Región centro-norte-costera**

Esta región está integrada por los estados Miranda, Aragua, Carabobo y Yaracuy. Actualmente la superficie bajo cultivo es de 26.470 ha, Miranda, con 24.865 ha, constituye el 40,8% del total de la producción nacional, de ahí que se le dé

## CAPÍTULO II

mayor importancia. Los otros estados contribuyen con 2,65% de la producción; sin embargo, hay que enfatizar que en Aragua se produce un cacao de excelente calidad (Figura 11).

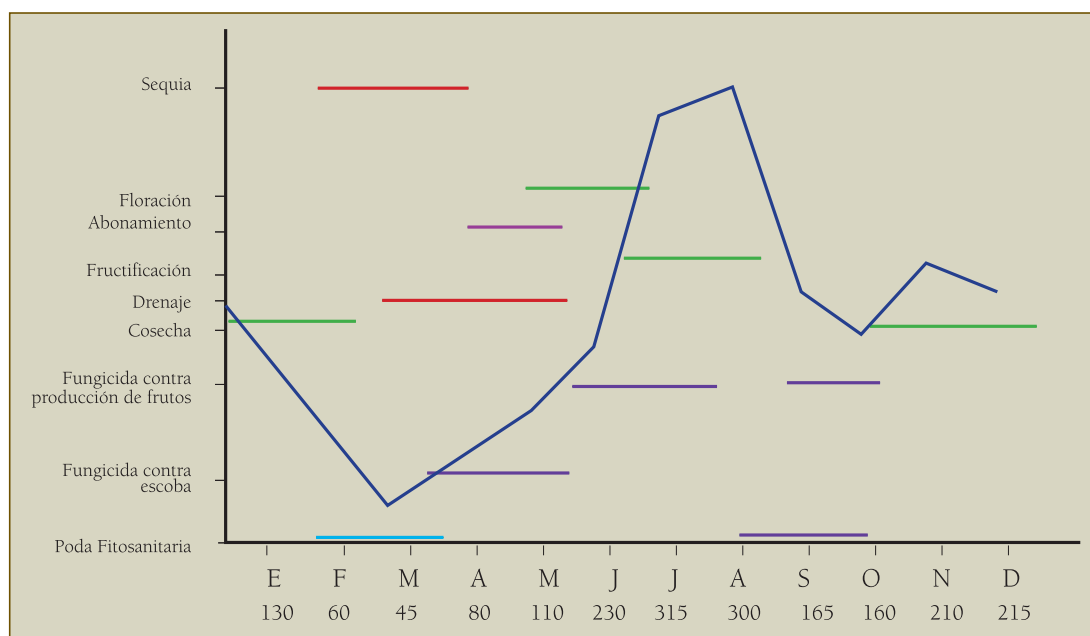
En Barlovento, las unidades de explotación oscilan en un promedio de 6,83 ha por finca, existiendo un gran número de fincas grandes, en las que resalta el acentismo de los dueños.

La historia refiere que el origen de esta zona cacaotera se remonta hacia comienzos del siglo XVII, cuando los misioneros dominicos introdujeron el cultivo en la población de Curiepe. Hasta el año 1824 sólo se producía cacao Criollo, pero a partir de esa fecha se introdujeron semillas de cacao Trinitario o Deltano en la hacienda La Casualidad. Desde entonces las poblaciones se han ido cruzando libremente hasta formar lo que en la actualidad es un complejo como los que se encuentran en Birongo, Curiepe, Higuerote y Tacarigua, hasta los Amelonados de Cumboto y Río Chico, denominados Legón, árboles cuyos frutos son redondeados y grandes, de coloración verde oscuro o rojo oscuro, de granos achatados, pero de colores claros. Aún existen en fincas aisladas, como en La Sabana y en las cercanías de Cúpira, cacaos que presentan un aroma y sabor con características de muy alta calidad, conocidos como finos de Barlovento.

Esta zona se puede delimitar en cuatro áreas:

- Los valles de los ríos Tuy y Río Grande, incluyendo los aportes de los ríos San José y Río Chico, que conforman el núcleo central de la explotación cacaotera.
- Los valles de los ríos Curiepe, Capaya y Guapo.
- La región central que representa la mayor superficie, con suelos maduros y en franco proceso laterítico, su topografía es más o menos abrupta.
- Plano costero, conformado por alzamientos progresivos del tramo central de la Cordillera de la Costa.

FIGURA 11.  
CRONOGRAMA  
DE INTERVENCIONES  
AGRONÓMICAS Y FITOSANITARIAS  
CAUCAGUA, ESTADO MIRANDA



La unidad ecológica predominante es el bosque húmedo tropical (**bht**), caracterizado por una precipitación promedio anual entre 1.800 y 3.800 mm, temperatura media anual por encima de 24°C, altitud entre 400 y 1.000 msnm. Existe además el bosque húmedo premontano (**bhp**), con precipitación promedio anual entre 1.000 y 2.000 mm, temperatura media anual entre 18 y 24°C, altitud entre 550 y 1.500 metros sobre el nivel del mar.

En términos generales, se puede decir que el cacao se cultiva exitosamente en suelos aluviales profundos, de formación reciente, textura medianamente pesada, franco-limosos, profundos y de buena fertilidad, con pH desde ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino, con buena retención de humedad. Con relación al clima, la zona presenta abundantes precipitaciones y altas temperaturas, que van desde un máximo de 32°C a un mínimo de 20°C y una media de 26° centígrados.

El cultivo del cacao es el principal renglón agrícola en la zona de Barlovento, con un total de 24.865 ha bajo siembra que representan 43,17% del total de la superficie cacaotera, en las que se producen 6.341 tn lo que representa el 40,81% de la producción nacional.

Debido a que en dicha zona la práctica del beneficio es muy deficiente, los cacaos de mediana calidad se desmejoran, lo que motiva que en muchos casos reciban precios inferiores en los mercados internacionales. La zona, por su cercanía a la capital y por ser el asiento de varios desarrollos turísticos, presenta el problema de aumentos exagerados del costo de la tierra y de escasez y encarecimiento de la mano de obra.

Hacia los valles de Aragua, Carabobo y Yaracuy, las unidades ecológicas son las siguientes: en el estado Aragua, fundamentalmente es la de bosque seco tropical (**bst**), con precipitación muy irregular. Allí el cultivo se hace en asociaciones edáficas, con suelos aluviales de origen fluvial y textura franco-arcillosa; algunos son superficiales y rocosos, lo que ha sido favorecido por el uso de riego en forma continua por muchos años; el pH es de ligeramente ácido a casi neutro; con carencias de nitrógeno e insuficiencia de potasio.

En los estados Carabobo y Yaracuy se encuentra el bosque húmedo tropical (**bht**) y el bosque seco premontano (**bsp**), con precipitación media anual entre 550 y 1.000 mm, temperatura media anual entre 18 y 24°C, altitud de 500 a 1.500 msnm y balance hídrico deficitario. En la zona de Yaracuy los suelos son aluviales recientes, no maduros, de textura media a moderadamente fina y con buenas estructuras, con excepción de algunas áreas que presentan capas impermeables a variable profundidad, provocando mal drenaje y un nivel freático muy alto, el pH es de ligeramente ácido a moderadamente alcalino, la fertilidad es buena, pero a veces se presentan deficiencias de fósforo.

Mientras en Barlovento es indispensable la apertura de drenajes, en Aragua y Carabobo se realiza el cultivo bajo la modalidad de riego, ya que la precipitación es insuficiente, de acuerdo con los requerimientos del cacaotero, tanto por cantidad como por distribución. Dicha precipitación oscila entre los 700-800 mm/año, existiendo períodos de sequía mayores a los tres o cuatro meses.

La potencialidad del área cacaotera de Carabobo está ubicada en la parte noroeste, colindando con el estado Yaracuy; con áreas productoras en las vecindades de San Felipe, Agua Negra, Palmarejo, El Chivo, Farriar, La Hoya, Zaragoza, Joval, Yumare, Boquerón y Chivacure. Las antiguas áreas de cultivo han ido desapareciendo, debido al cambio del régimen de lluvias, deterioro de los suelos, vejez de las plantaciones, bajos rendimientos, alto valor de las tierras y competencia con otros cultivos. Son áreas interesantes por su alta sanidad.

Desde el punto de vista de calidad, existen dos áreas perfectamente definidas: la comprendida por los valles litorales de Aragua (Ocumare de la Costa, Cata, Cuyagua, Choroní, Chuao y Cepe) y Carabobo (Canoabo, Las Trincheras, Patameno, Borburata y San Pablo), conjuntamente con pequeñas superficies de cultivo del estado Yaracuy, donde el cacao cultivado corresponde a los típicos Trinitarios finos de la región Central (Choroní, Chuao, Ocumare, Canoabo, San Felipe), correspondientes a los tipos Angoletas o Cundeamor. Presentan deliciosas características de aroma y sabor, constituyendo poblaciones cacaoteras con unas de las calidades más solicitadas en el mercado internacional para la elaboración de chocolates finos.

La historia reseña que el origen del cacao en esta región aragüeña se ubica a comienzos del siglo XVII, gracias a los padres franciscanos, quienes aprovecharon la mano de obra esclava y las facilidades de la comunicación marítima. Esta zona contribuyó grandemente con la economía de la zona, tuvo gran producción y prestigio internacional, con sus cacaos de tipos finos y, aun cuando se han hecho introducciones de tipos Forasteros, los cacaos finos todavía son predominantes en el área.

En la actualidad, la población del cacao es un complejo genético de cruces entre Criollos y Forasteros variando la proporción de estos últimos, según la localidad. Los tipos Criollos son predominantes en los valles más aislados como en el caso de Cepe.

En forma general, las áreas cacaoteras de los estados Carabobo y Yaracuy no presentan grandes problemas; en cambio el estado Aragua –motivado por el proceso acelerado de carácter turístico y urbanístico, el cual incide negativamente en el costo y obtención de la mano de obra y en el valor de la tierra– tiene mayores problemas para su desarrollo, agudizado por la marginalidad ecológica que ha sido obviada por años, debido al mal uso de los riegos.

En la zona persiste en forma endémica el complejo Ceratocystis- Xyleborus, el cual ocasiona la muerte súbita de las plantas.

### **Región suroccidental**

Conformada por los estados Táchira, Apure, Barinas, Mérida y Zulia. La superficie bajo cultivo es de 3.042 ha lo que representa 5,29% del área total cultivada, con una producción de 1.741 tn que representa el 11,20% del total nacional. La importancia de la zona radica en su gran potencial agroecológico y en la alta calidad de los cacaos que allí se cultivan como el Porcelana y otros Criollos (Figura 12 A y B).

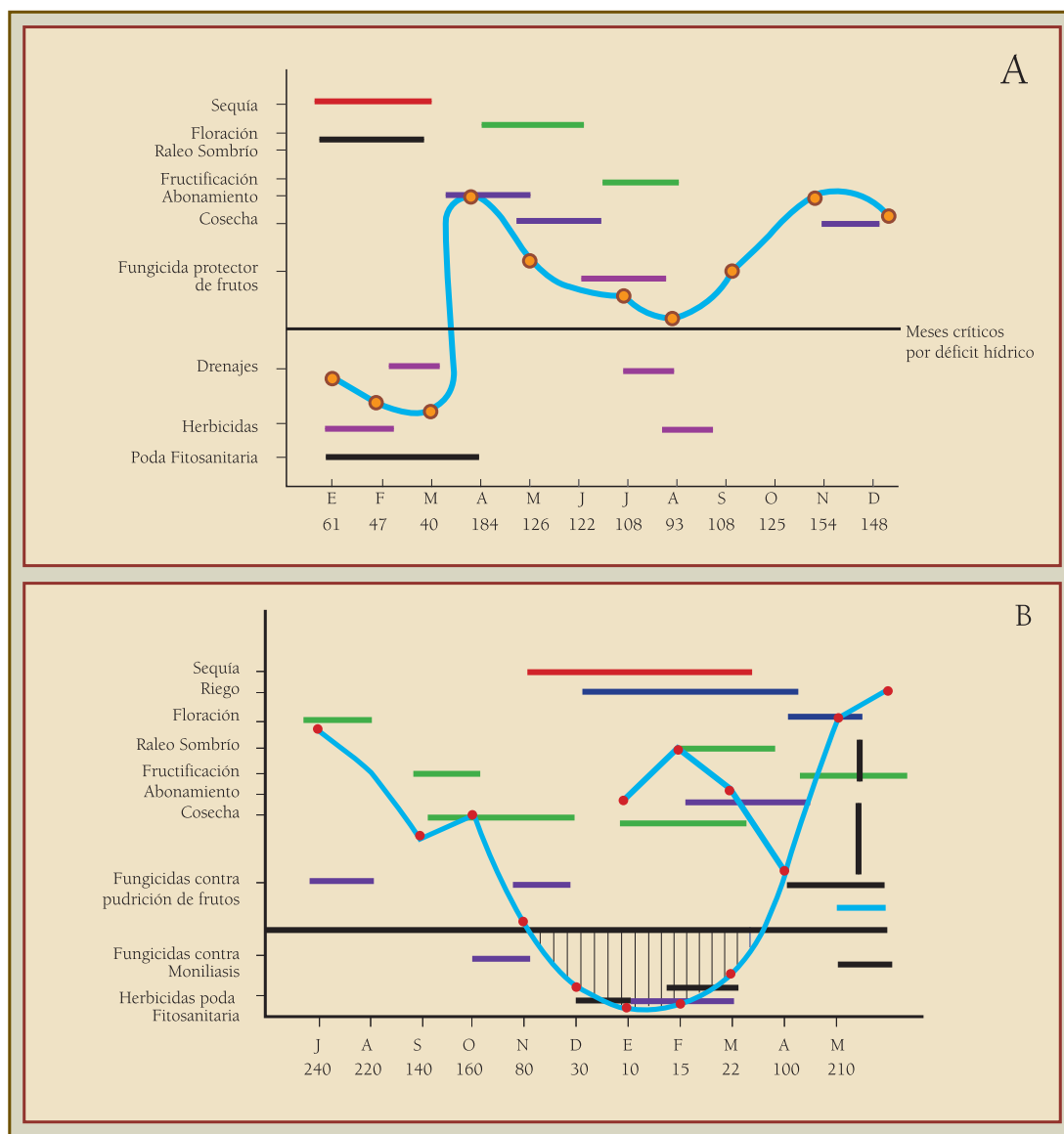
Existen dos unidades ecológicas: el bosque seco tropical (**bst**), en localidades del estado Zulia, Santa Bárbara, El Vigía y orillas del río Catatumbo, y el bosque

## CAPÍTULO II

húmedo tropical (**bht**), en los estados Mérida y Táchira. Los suelos son aluviales mixtos, recientes, profundos y de gran fertilidad, con texturas que varían desde media, bien drenados a pesados mal drenados. El balance hídrico es favorable. En Barinas y Portuguesa, la producción está localizada en selvas de galería que corresponden a la unidad ecológica bosque húmedo tropical (**bht**), con suelos aluviales recientes, profundos, bien drenados, bien estructurados y de fertilidad media. En La Victoria de Apure, domina la misma unidad ecológica (**bht**), con suelos aluviales profundos, de buena fertilidad.

En general, las condiciones óptimas edafoclimáticas que presenta la región, la existencia de gran número de hectáreas con vocación al cacao y la fácil consecución de mano de obra joven, la definen como la región potencial de mejores posibilidades para el fomento del cultivo. El tamaño promedio de las parcelas es cerca de 4,6 ha.

FIGURA 12.  
A  
CRONOGRAMA DE  
INTERVENCIONES AGRONÓMICAS  
Y FITOSANITARIAS  
SANTA BÁRBARA DEL ZULIA,  
B  
CRONOGRAMA DE  
INTERVENCIONES AGRONÓMICAS  
Y FITOSANITARIAS  
MIJAGUAL, ESTADO BARINAS.



Las poblaciones de cacao del sur del Lago de Maracaibo se caracterizan por árboles de tamaño relativamente pequeño, cuyos frutos varían de forma, tamaño y color. Como material cultivado destacan los Criollos de Mérida y Táchira y el denominado cacao Porcelana aunque en ciertas áreas, como en el Escalante, sobresale un tipo de cacao generalmente pequeño, ancho, con muy poca o ninguna rugosidad en la base y algo rugoso en el ápice, cáscara delgada y sin capa de lignificación; con semillas de color blanco a blanco-rosado, con una correlación muy estrecha (+ 0,95) entre el blanco de la superficie de las mazorcas y la coloración blanca de las semillas o el color rojo de la mazorca con el color blanco-rosado de las semillas las cuales varían en número, tamaño y formas, de redondas grandes a redondas pequeñas, de grandes alargadas y casi planas a pequeñas aplanadas con la pulpa muy ácida.

En La Victoria de Apure, el cacao cultivado es bastante variable, va desde los tipos Criollos venezolanos a tipos Forasteros con frutos amelonados. La calidad del cacao allí producido es excelente.

Al sur del estado Táchira, las poblaciones existentes revisten la peculiar característica de estar conformadas por un tipo de cacao muy específico y distribuido uniformemente, dando la impresión de haber sido constituida por una o pocas mazorcas en su fuente original. Lo más resaltante de estas poblaciones es que el árbol tiene una altura reducida (4 a 5 m), las flores son siempre blancas, con sépalos de color verde muy claro y las mazorcas son generalmente pequeñas, de color verde que varía del color claro en los surcos y más oscuro en las salientes y corteza muy delgada. Los granos son grandes, redondeados, de pulpa semiácida en relación con los Amazónicos, con almendras de color completamente blanco cuando madura y de color marrón muy claro después de fermentadas.

## CAPÍTULO III

# ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN



El establecimiento de la plantación es la etapa crucial del proceso productivo cacaotero, pues deben tomarse decisiones que determinarán la inversión de recursos y la estrategia productiva a seguir durante los siguientes 25 a 30 años. Implica cuatro aspectos íntimamente interrelacionados: escogencia del sitio para la siembra, la preparación y acondicionamiento del terreno, el establecimiento del sombrío y la selección del material de siembra y sus distancias.

#### ESCOGENCIA DEL SITIO PARA LA SIEMBRA

##### **Condiciones del suelo**

Como primer paso, el productor debe conocer con detalle los diferentes factores climáticos y edáficos prevalecientes, especialmente los datos de pluviosidad y temperatura, manteniendo en mente, al momento de la selección del área, que el cacao es una planta originaria de un clima tropical húmedo, que requiere una precipitación bien distribuida durante todo el año y una estación seca muy corta y poco rigurosa.

En cuanto a suelos, sus propiedades físicas y químicas deben analizarse, exigiéndose las condiciones ideales al suelo, cuanto más se alejen los demás factores ecológicos de su óptimo. Es decir, si hay un período seco muy alargado, el suelo debe poseer propiedades físicas que le permitan retener humedad suficiente para que la planta no sufra por carencia de agua y sobreviva hasta la nueva entrada de lluvias.

##### *Origen de los suelos*

La roca madre de donde proviene el suelo nos dará la primera indicación del valor relativo del mismo. Las rocas básicas de origen volcánico o metamórfico ocupan el primer rango entre los mejores suelos para cacao. Los suelos provenientes de rocas ácidas, granitos o gneiss con anfíboles o ricos en biotita, dan lugar a suelos de buena calidad, pero inferiores a los primeros. Aquellos en los que predominan el cuarzo, los feldspatos o la mica blanca, dan lugar a suelos que pueden usarse para cacao, pero son de baja calidad. A partir de las rocas sedimentarias y areniscas se forman suelos ácidos arenosos muy pobres que deben evitarse, siendo preferibles los suelos limo-arcillosos. Los suelos aluviales recientes y de origen calcáreo son los más adecuados para el cultivo del cacao (SMITH, 1966).

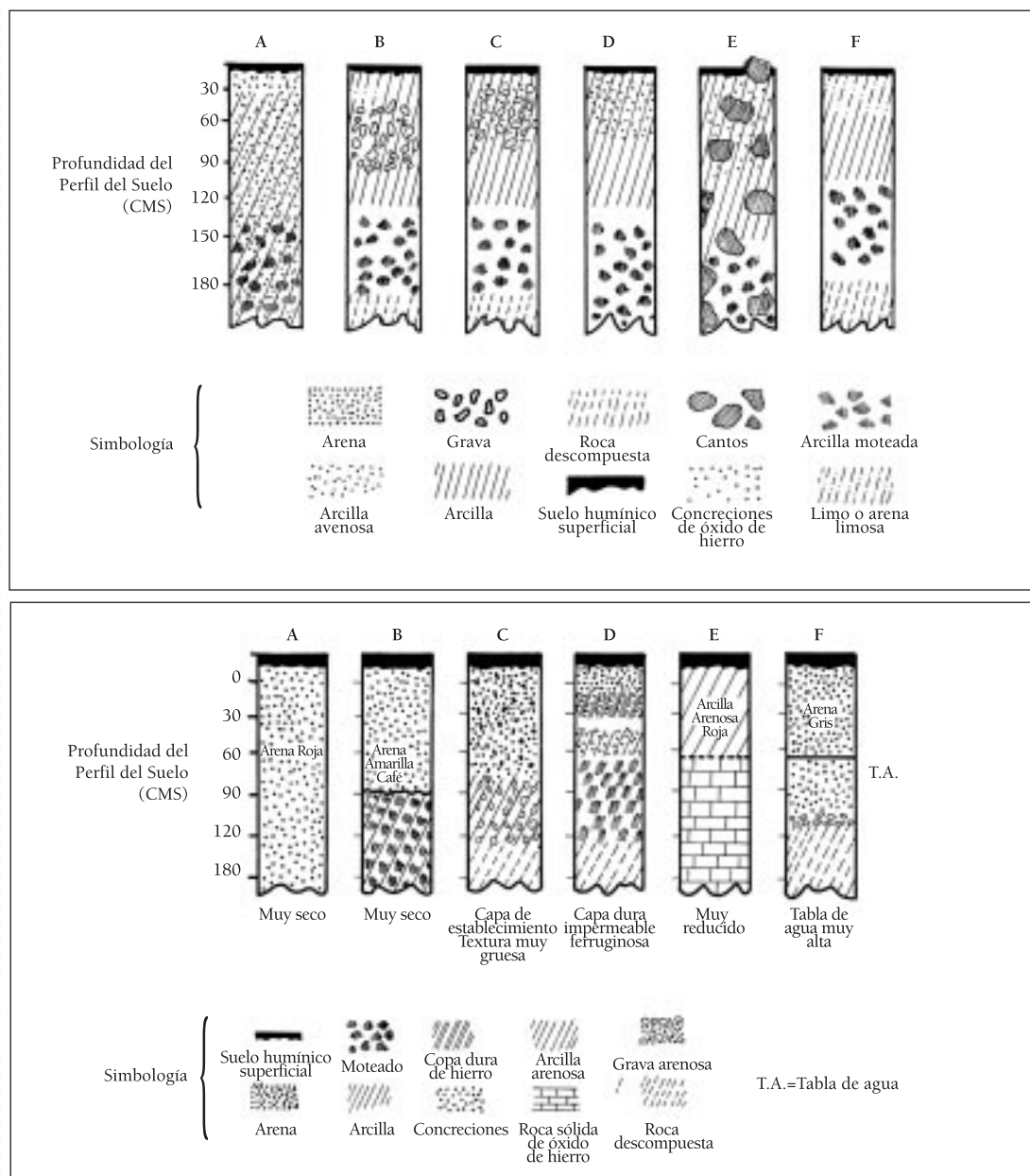
##### *Condiciones físicas y químicas de los suelos*

Un aspecto de gran importancia en las condiciones físicas y químicas del suelo es su profundidad, siendo lo ideal suelos profundos, pues tienen mayor capacidad de retención de agua y a la vez permiten un crecimiento de raíces más profuso y abundante en los primeros centímetros de suelo, así las plantas tendrán mayor disponibilidad de nutrimentos y de agua, y será más fácil la percolación e infiltración de los excesos de humedad.

El desarrollo del sistema de raíces de la planta adulta de cacao dependerá de la profundidad del suelo. Como se puede observar en las figuras 13 y 14, la com-

### CAPÍTULO III

FIGURA 13 A.  
PERFILES ESQUEMÁTICOS  
DE SUELOS APTOS;  
FIGURA 13 B.  
PERFILES ESQUEMÁTICOS  
DE SUELOS NO APTOS  
PARA CACAO.

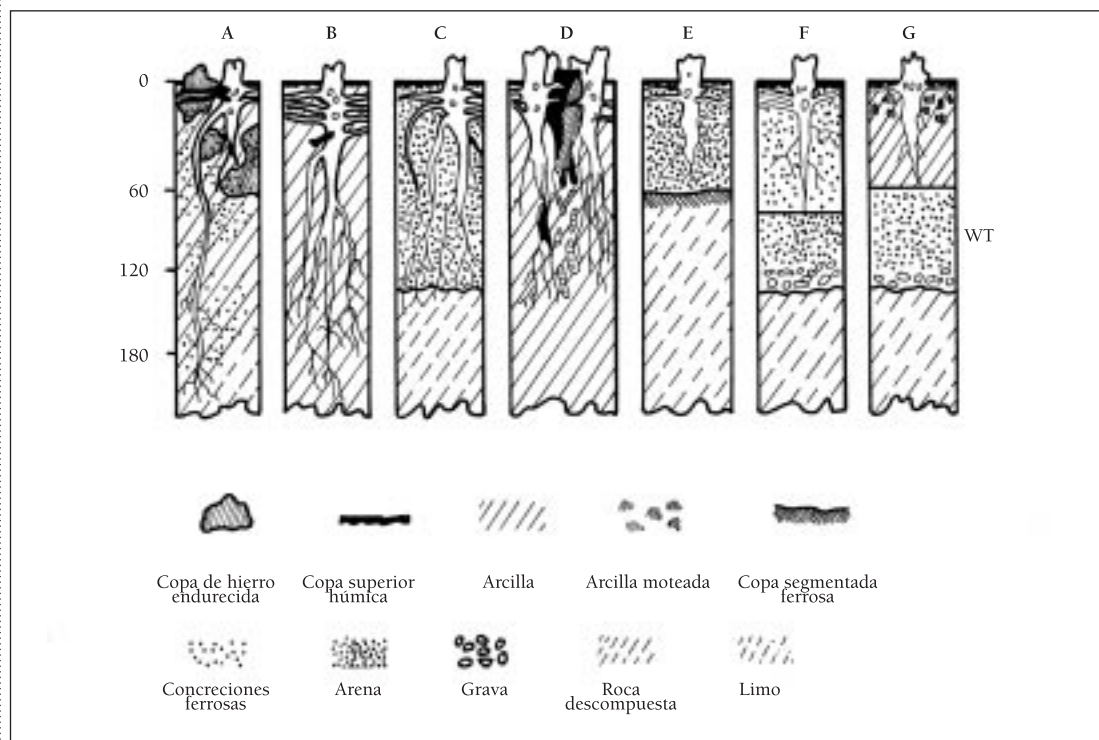


posición de los horizontes del suelo influye significativamente en el desarrollo de las raíces y, en el caso del cacao, sólo los perfiles a, b, c y d permiten un crecimiento adecuado de las raíces hasta una profundidad de 180 cm, inclusive en los casos de suelos con impedimentos físicos como piedras, donde las raíces logran penetrar profundamente. Lo contrario sucede cuando se presentan impedimentos como capas superficiales duras, permanentes, las cuales actuarán como barreras físicas para la penetración radical.

En relación con la textura y estructura, los suelos ideales para cacao van desde arcillosos-agregados hasta franco-arenosos. La estructura se refiere a la forma de agregación de las partículas que componen el suelo y la textura a la proporción de arena, limo y arcilla que posee el suelo. Esa proporción determina,

## CAPÍTULO III

FIGURA 14.  
SISTEMA DE RAÍCES ADULTAS  
DE CACAO ASOCIADAS  
CON PERFILES TÍPICOS  
DE SUELOS.



entre otras cosas, la porosidad existente en las capas del suelo y también la capacidad del suelo para almacenar aire, aunque influye el contenido de humus o materia orgánica presente en el suelo, así como el grado de compactación del mismo. Los suelos con alta proporción de arena muy permeable, donde el sistema de raíces puede desarrollarse sin límites, no son considerados aptos, a menos que sean muy ricos en nutrientes y cuenten con una fuente permanente de humedad que las abastezca eficientemente, pues los períodos secos muy prolongados provocarían el marchitamiento de las plantas. Los suelos con alta proporción de arcilla dificultan la aireación e impiden la humedad necesaria, pues su porosidad es menor.

El color del suelo es un indicativo valioso al seleccionar sitios para el establecimiento de una plantación. Los suelos con colores rojo, pardo o amarillo muestran oxidación de los compuestos de hierro, por lo que reflejan buen drenaje y aireación y son considerados aptos para cultivar cacao. El color verde es consecuencia de la presencia de carbonatos básicos, probablemente provenientes de rocas calcáreas, originando en la mayoría de los casos suelos alcalinos. Los colores azul grisáceo y verde grisáceo se deben, generalmente, al óxido ferroso y pueden presentar problemas de mal drenaje. Las coloraciones moteadas, con puntos o listas rojas, pardas, amarillas o negras reflejan drenajes restringidos, especialmente si estas coloraciones se inician en los horizontes superiores. Los suelos de coloraciones negras y pardo oscuras, así como algunos suelos rojizos o rojos que toman una coloración parduzca, reflejan, algunas veces, alto contenido de materia orgánica.

Las características químicas del suelo condicionan su capacidad para aportar nutrientes a la planta (macro: N, P, K, Ca, Mg, S; micro: Cl, Cu, Fe, Mo, Bo, Mn, Zn). Una cosecha de cacao de 1.000 kg extrae aproximadamente 44 kg de nitró-

geno, 10 kg de fósforo y 77 kg de potasio, además de lo requerido en la construcción y manutención de las plantas. Es necesario realizar un análisis del suelo sobre su fertilidad, con la finalidad de conocer la disponibilidad de nutrimentos, su capacidad de intercambio con las raicillas de las plantas y sobre esta base determinar las cantidades de fertilizantes o abonos a aplicar. En torno a este aspecto se profundiza en la sección de nutrición y fertilización del Capítulo V: Labores de mantenimiento.

### **Vegetación presente**

El segundo factor capital en la selección del sitio se refiere al tipo de vegetación presente. Si el terreno es virgen, con una vegetación boscosa antigua, su acondicionamiento será muy difícil, debido a la densa cubierta de árboles, de un sotobosque muy espeso. Será preferible un suelo con un bosque joven, donde la cubierta sea más ligera y la deforestación más fácil. Antes de iniciar la preparación del terreno se debe realizar un inventario de plantas existentes, para determinar la presencia de árboles perjudiciales o antagónicos al cultivo y aquellos hospederos de plagas y enfermedades que puedan afectar al cacao para luego proceder a su eliminación. Igualmente deben descartarse sitios donde existan hongos rizomorfos (*Leptoporus lignosus*, *Armillaria melea*, *Rosselinia* spp., *Callostilbe* spp., entre otros), provenientes de árboles deforestados enfermos que se propagan a través de las raíces, ya que posteriormente van a constituir una fuente de contaminación para el cacao y su sombrío.

En el caso de suelos que han estado bajo pastizales, el aspecto crítico a considerar es el establecimiento de una cobertura vegetal que impida el crecimiento de las gramíneas anteriormente establecidas. De otra forma, sería necesario el uso de herbicidas para su control, lo que haría muy costoso el establecimiento de la plantación. Lo más recomendable es el establecimiento de plantas comerciales de rápido crecimiento y porte bajo como la yuca o el quinchoncho, sembradas a distancias cortas, combinadas con plantas de crecimiento rápido y porte mediano como el plátano, banano o topocho, o lograr una cobertura rápida con la maleza noble, la cucarachita (*Zebrina pendula*). Así se frena el crecimiento de las gramíneas y su control se logra con unas pocas aplicaciones de herbicidas selectivos, al mismo tiempo se producirán cosechas rápidas y alternas que generarán recursos económicos y permitirán la sostenibilidad del sistema de cultivo que se trata de establecer.

### **PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA**

En Venezuela, generalmente, se inicia la preparación de tierras con la eliminación de toda la vegetación existente, con la cual se hacen camellones o montones. Luego se establecen los drenajes de acuerdo a los niveles y se realiza el trazado de la parcela marcando con estacones los puestos correspondientes a los sombríos temporales y permanente y al cacao y se procede al hoyado; estas labores se rea-

lizan en el verano unos dos meses antes de la época lluviosa. Cuando se estabilizan las lluvias se siembra el sombrío temporal y el permanente. y cuando los sombríos estén desarrollados, en la próxima entrada de las lluvias, se siembra el cacao.

En algunos países africanos y asiáticos no deforestan totalmente el terreno, sino que eliminan solamente los árboles antagonísticos al cacao y el resto lo utilizan como sombra definitiva.

Si el terreno está cubierto por un bosque primario, se socalan y cortan las malezas, los bejucos y especies arbustivas dejando los árboles de gran tamaño como sombrío permanente. Luego se trazan los drenajes, se ahoya y se siembra el sombrío temporal con plátanos o cambures. Cuando éste se desarrolla, se limpia cada lado de la hilera de plátanos y se siembra el cacao.

En el caso de un bosque secundario, se procede a eliminar la vegetación baja del bosque y se realiza un entresaque de los árboles superiores, hasta dejar una población de 25 a 30 árboles de tamaño mediano por hectárea. Luego, si el sombrío es escaso, se siembran musáceas como sombra temporal. Posteriormente se traza y trasplanta el cacao. Cuatro o cinco meses después se controlan las malezas y se entresaca el sombrío. Cuando las plantas de cacao comienzan a formar sus primeras ramas, se lleva a cabo un nuevo entresaque del sombrío, para evitar la caída de las ramas que dañan al cacao. En adelante, se deberán hacer los ajustes de sombra que se requieran.

### **Distancias de siembra**

Existen muchos factores que van a determinar cuál es la distancia más adecuada: tipo de cacao y vigor del material de siembra, el sistema de propagación utilizado (semilla, estacas), el vigor del sombrío, las condiciones de suelo y clima, y las enfermedades presentes. En las plantaciones viejas, la distancia suele ser muy grande, de 3 a 4 m entre plantas y/o hileras, lo que unido al abundante sombrío provoca un excesivo crecimiento de la planta de cacao. La tendencia actual es la siembra a distancias menores para lograr una alta densidad de plantas de cacao, con distancias de 2 x 2 o 2 x 3 m (REYES Y ROJAS, 1977), lo que facilita el autosombreamiento temprano de las plantas, al cerrarse el follaje superior entre ellas e impedir el paso de luz directa hacia la superficie del suelo, lo que trae como consecuencia beneficiosa una disminución del crecimiento de las malezas y, por ende, de la competencia por agua y nutrimentos, al mismo tiempo que se logra el reciclaje de la gran cantidad de nutrimentos provenientes de las hojas y flores del cacao y del sombrío permanente, que de otra manera serían utilizados por las malezas, mucho más agresivas y de más rápido crecimiento que las plantas de cacao. Adicionalmente, la menor incidencia de luz sobre la superficie del suelo provoca un descenso en su temperatura, lo que a su vez retarda la descomposición de la materia orgánica, contribuyendo a su mayor permanencia en el suelo.

La disminución y control del crecimiento de malezas, a través de altas densidades de siembra, reduce los costos de producción de una de las prácticas más onerosas y fatigantes como es el combate de malezas que, en algunos casos, puede

llegar a constituir 30% de los costos totales de producción, además de aumentar sustancialmente los rendimientos de cosechas por unidad de área.

Sin embargo, la siembra a distancias cortas debe acompañarse de podas dirigidas de las copas, que permitan el desarrollo uniforme de todas las plantas y evitar que por su robustez algunas se impongan sobre las más débiles, dificultando su desarrollo.

### **Trazado de la plantación**

Mediante esta operación se ubican en el campo los puntos donde se colocarán las plantas del sombrío temporal, del sombrío permanente y del cacao. El objetivo es lograr una distribución eficiente de las plantas, de acuerdo con la distancia de siembra que se utilice, que permita la circulación del aire entre ellas, la realización de las labores de mantenimiento, la factibilidad de uso de maquinaria agrícola, el control de plagas y enfermedades, y la recolección de las cosechas.

El trazado más conveniente y adecuado para terrenos planos es en cuadro, el cual se aplica de la siguiente forma:

1) Sobre el lado más largo del terreno se realiza el trazado de la línea base, clavando dos estacas en los extremos y uniéndolas con una cuerda bien tensada.

2) Con una medida hecha de vara, madera o bambú y partiendo de una de las estacas de la línea madre, se comienzan a señalar sobre ella las distancias escogidas para el sombrío temporal y permanente y para el cacao marcando con estaquillas pintadas con colores distintos los sitios para cada tipo de planta a sembrar.

3) Así se hace el marcado de todo el lote, moviendo la segunda línea perpendicular a lo largo de la línea base, con lo que el terreno queda listo para iniciar el hoyado para los sombríos y proceder a su siembra.

FOTO 15.

PLANTITAS DE CACAO PORCELANA  
LISTAS PARA LA SIEMBRA.

### **Ahoyado y trasplante**

Luego de sembradas las plantas de sombrío temporal y permanente, para que su desarrollo provea la suficiente sombra requerida por las plantas de cacao, posteriormente se procede a realizar la ahoyadura para la siembra del cacao, sobre los puntos marcados durante el trazado. Los hoyos deben ser ligeramente más grandes que el pilón de tierra que acompaña a la planta y, al momento de sembrar debe retirarse la bolsa que sostiene al pilón y colocar en el fondo del hoyo el fertilizante correspondiente (Foto 15).

Si la zona es muy lluviosa debe colocarse la planta de forma tal que sobresalga de la superficie del suelo y no quede encharcada. Por el contrario, si en la zona llueve poco y hay necesidad de riego, se recomienda colocar el pilón a 5-10 cm por debajo del nivel del suelo, para evitar que el agua se escurra rápidamente y favorezca la acumulación de materia orgánica.

Las plantas de cacao deben sembrarse al inicio de un período de lluvias y programarse su supervisión continua aplicando los cuidados necesarios que aseguren las mejores condiciones de desarrollo para las plantas recién trasplantadas, controlando las malezas, plagas y enfermedades que puedan presentarse en esta etapa, realizando además las resiembras en caso necesario.

**EL SOMBRÍO EN LOS CACAOTALES**

La planta de cacao prospera normalmente en lugares donde su follaje no está expuesto directamente a la plenitud de la luz solar, lo que junto con ciertos niveles de temperatura, determinados límites de humedad y la provisión adecuada de nutrimentos, estimula el crecimiento del follaje, la apertura de los estomas de las hojas, la fotosíntesis, el aprovechamiento de los elementos nutritivos del suelo, la floración y fructificación de la planta. El efecto de la sombra sobre la planta resulta determinante en el complejo luz-temperatura-humedad-nutrimentos, que controla las relaciones suelo-planta-agua; es decir, su fisiología y funcionamiento metabólico.

Aunque es posible establecer una plantación de cacao a plena exposición solar, bajo buenas condiciones de humedad, con provisión de nutrimentos y de manejo agronómico y fitosanitario, el criterio general indica que la mejor respuesta puede lograrse con el uso racional de un sombrío vegetal que controle la incidencia de la radiación solar, regule la temperatura, el grado de humedad, la competencia de las malezas y los efectos de los vientos.

Los requerimientos de sombra por las plantas jóvenes, para su óptimo crecimiento y producción, varían de acuerdo con el tipo de cacao bajo explotación. En estudios realizados en Cauagua, donde se analizaba el comportamiento de diferentes cultivares de cacao, se encontró que plantas provenientes de cruces de cacao Trinitorio por Forastero, comparándolas con los cruces entre Criollo por Criollo, sembrados a plena exposición solar, las primeras resultaron con mejor comportamiento, producción y tolerancia a enfermedades (*Colletotrichum* y *Lasiodiplodia*) así como al ataque de ácaros como la engurruñadera causada por *Eryophies reyesi*, y a otras plagas. Igualmente se observó, bajo alta radiación, la ocurrencia de cambios morfológicos: a medida que la planta envejecía, aumentaba el número de hojas hasta tener un follaje cerrado, motivando un gran desarrollo aéreo y un desequilibrio radical que ocasionaba en muchos casos el volcamiento de las plantas.

En los cacaotales, en función del tiempo de uso, se utilizan dos tipos de sombra: temporal y permanente.

**Sombra temporal**

La sombra temporal tiene como ventaja el producir una sombra uniforme de rápido crecimiento, comercialmente aprovechable, formando una cobertura vegetal que controla en poco tiempo el desarrollo de las malezas gramíneas y de la vegetación adventicia lo que crea condiciones favorables para el mejor desarrollo del cacao y del sombrío permanente. Adicionalmente, las plantas de sombrío temporal producen gran cantidad de materia orgánica, la cual se descompone sobre el suelo y lo enriquece con nutrimentos aprovechables por el cultivo, facilita la conservación de la humedad y ayuda a mantener la estructura deseable del suelo, favoreciendo la retención de humedad en la época seca.

Adecuadamente, el sombrío temporal produce cosechas comerciales que me-

joran el flujo de caja del productor cacaotero, generando recursos en el período de crecimiento del cultivo, el cual comienza a producir después del tercer año, consolidando así su sustentabilidad económica.

Entre las plantas utilizadas en Venezuela como sombra temporal, las musáceas (plátano, cambur y topocho), la yuca y el quinchoncho son las más usuales.

### **Recomendaciones para la siembra de sombra temporal**

#### ***Musáceas***

El plátano y el cambur son plantas de rápido crecimiento y producen en poco tiempo el follaje necesario para cubrir el suelo y proteger las plantas recién sembradas de cacao, evitando así la insolación directa. Adicionalmente producen cosechas de buen precio y demanda en el mercado, ayudando a mejorar el flujo de caja del productor.

Para alcanzar un crecimiento y productividad adecuados, se deben seguir las recomendaciones siguientes:

1. Una vez realizado el trazado general de la plantación que incluye la sombra temporal, la permanente y las plantas de cacao, se procede a hacer los hoyos de siembra para sombra temporal que deben tener una dimensión de 40 x 40 x 40 cm.

2. Las semillas de plátano o cambur se deben seleccionar en plantaciones que no estén afectadas por enfermedades como sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*), sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), hereque (*Pseudomonas solanacearum*), fusariosis (*Fusarium oxysporium*) o plagas como el picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*), lo que permite establecer una plantación sana.

3. La semilla a utilizar puede provenir de cepas o de hijos. Cuando se seleccionan estos últimos, su altura debe estar alrededor de 1 m, tener las hojas estrechas y presentar unseudotallo cónico, formado por las vainas de hojas carentes de limbos, aunque presenten pecíolo y nervadura central, y pesar entre 0,5 y 4,0 kg. Este tipo de semilla demanda pocos jornales para su extracción, transporte y siembra, tienen un ciclo vegetativo corto y son muy vigorosos, resultando fáciles de manipular.

La semilla de cepa puede provenir de plantas recién cosechadas o de las que no han producido racimos. Los trozos de cepa se pueden fraccionar de acuerdo con el número de yemas presentes, pero presentan desventajas como la desuniformidad, tanto en tamaño como en peso, requiriendo un mayor número de jornales para su extracción, preparación, tratamiento, presiembra y transporte.

Se pueden utilizar también hijos denominados orejones, que poseen hojas anchas yseudotallo en forma cilíndrica, pero presentan un ciclo vegetativo más largo para entrar en producción.

4. Las semillas a sembrar deben estar sanas y para ello se les limpia la base, eliminando las zonas con perforaciones por picudos u otros insectos perforadores. Como prevención contra enfermedades o insectos no aparentes, se recomienda el tratamiento presiembra con una solución de Vitavax (Carboxin + Thiram) 2,5 más Furadán 75% (Carbofuran), en dosis de 2,5 gr disueltos en 10 litros de

## CAPÍTULO III

agua, sumergiéndolas por 15 minutos. Si no se van a sembrar inmediatamente, pueden almacenarse en lugares sombreados y protegidos.

5. Una vez sembradas, se ajusta bien la semilla en el hoyo y sucesivamente se aplican las prácticas de limpieza, abonamiento, poda, deshierbe y control de plagas o enfermedades, si es necesario.

6. La distancia de siembra deberá estar ajustada a la seleccionada para el cacao.

7. La siembra se realizará al inicio de la época de lluvias.

8. Se harán resiembras si es necesario.

### Sombra permanente

Junto con la sombra temporal se siembra el sombrío permanente, que se integra con el cultivo, beneficiándolo a través de las diversas funciones que cumple. Entre ellas:

- Regula la temperatura, al crear un techo vegetal que permite la difracción de los rayos solares, eliminando cierto porcentaje de energía radiante y evitando la ocurrencia de temperaturas excesivamente altas en la plantación.

- Controla la humedad ambiental, permitiendo una menor evaporación del suelo.

- Evita que los vientos fuertes incidan directamente sobre las plantas de cacao, lo que aumenta la evapotranspiración, que en exceso resulta perjudicial para el cultivo.

- Regula y controla el crecimiento de malezas.

- Crea condiciones apropiadas para proteger el suelo de la erosión.

- Genera recursos adicionales al productor, a través del comercio de sus frutos.

Tradicionalmente se han utilizado especies leguminosas que cumplen con las siguientes características:



FOTO 16.  
PLANTAS DE CACAO CRECIENDO  
BAJO SOMBRA DIVERSIFICADA

FOTO 17.  
PLANTA DE CACAO CON SOMBRA  
DE CAMBUR



### CAPÍTULO III

FOTO 18.  
SISTEMA BUCARE  
ANAUCO-CACAO-CAMBUR.



- Fáciles de propagar, de rápido crecimiento, ramificación abierta y raíces profundas, altura suficiente por encima del cacao, ramificación alta formando un techo vegetal que incorpora nutrimentos al suelo por la descomposición de sus hojas y flores, así como a través de la fijación simbiótica de nitrógeno con las raíces, resistentes a las enfermedades y plagas que afectan al cacao.

Existen varias especies que se utilizan como sombra permanente, destacando los bucares, cuyo crecimiento es muy rápido, alcanzando de 12 a 15 m de alto en poco tiempo. Entre las especies más utilizadas tenemos:

**Bucare anauco (*Erytrina poeppigiana*).** Caracterizado por presentar crecimiento erecto, poca bifurcación de las ramas, pocas espinas en el tallo, hojas unifoliadas, flores de color rojo y deciduas. Presentan inconvenientes como su alta susceptibilidad al ataque del hongo *Callostilbe*, a las malformaciones conocidas como escoba de brujas del bucare, así como al deshoje durante el verano y a lo quebradizo de sus ramas, susceptibles de ser dañadas o desprendidas por efecto de los vientos fuertes, las que al caer dañarían las plantas de cacao. También resultan difíciles de podar por sus espinas. (Foto 18).

**Bucare pionío (*Erytrina glauca*).** Caracterizado por sus hojas trifoliadas y flores amarillas, crecimiento erecto, bifurcación de las ramas desde las porciones bajas, abundantes espinas en el tallo, menos susceptible al *Callostilbe*, pero afectado por la escoba del bucare. La poda resulta difícil por las espinas que posee y es muy quebradizo.

**Cedro amarillo (*Pseudo samanea guachapele*).** De magnífica ramificación y altura. Hojas pequeñas de fácil descomposición. Se adapta muy bien a climas secos.

### CAPÍTULO III

**Guamo (*Inga edulis*).** Ramifica muy bien y tiene hojas grandes de fácil descomposición.

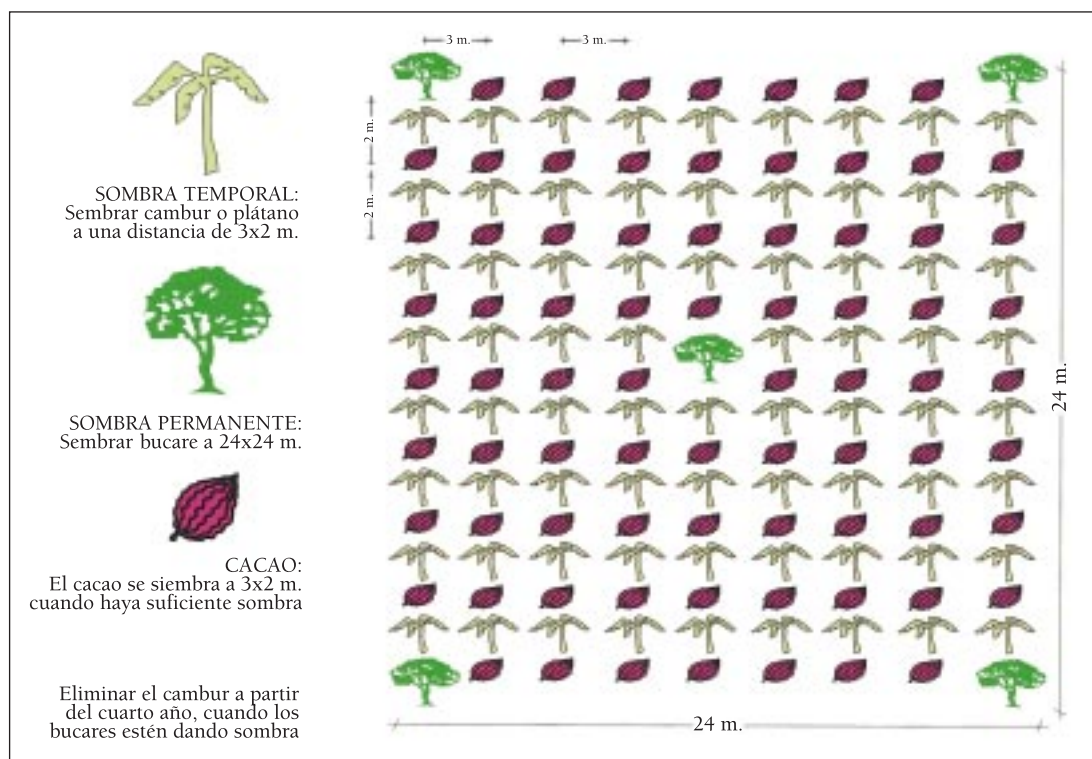
**Caro-caro o carito (*Enterolobium cyclocarpum*).** De gran desarrollo arbóreo, ramificación alta y hojas menudas, que facilitan la entrada controlada de luz a la plantación. Su alta producción de frutos incorpora al suelo abundante materia orgánica. Crece muy bien en climas secos y terrenos altos.

**Mata ratón (*Gliciridia sepium*).** Crece muy rápidamente y es de fácil propagación por estacas. Es muy útil como sombrío de emergencia.

**Samán (*Samanea saman*).** Árbol de porte alto, ramifica bien y tiene hojas pequeñas parecidas al caro-caro. Es una de las especies de mayor desarrollo, por lo que debe sembrarse a distancias mayores de 30 m entre árboles. Tiene como inconveniente que no genera beneficios económicos adicionales.

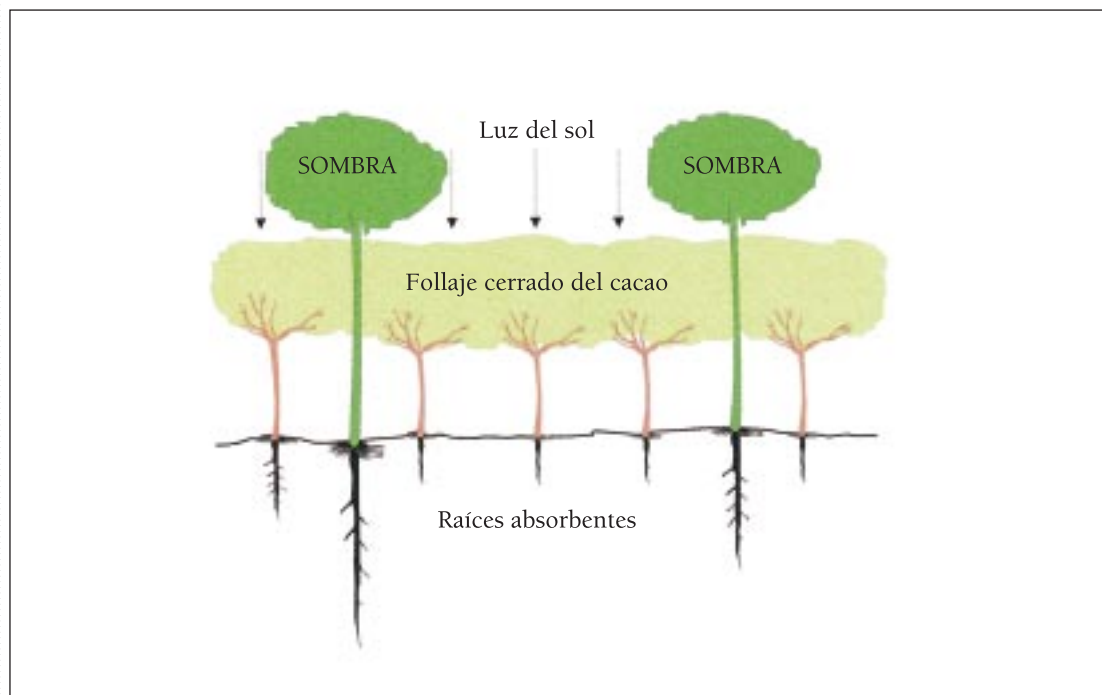
En la actualidad se realizan experiencias con otras especies que puedan actuar como sombrío permanente y a la vez producen recursos económicos, como es el caso de frutales; aguacate, cítricas, zapote, coco o árboles forestales como caoba, apamate, cedro y teca, entre otros. También se han realizado pruebas muy exitosas utilizando el plátano o el cambur como sombrío permanente, enfatizando en este caso la poda del cacao y el deshije de las musáceas, para lograr que se integren los espacios arbóreos y que la competencia que se origine dé lugar a un sistema altamente productivo desde el punto de vista comercial y ecológico. Este sistema tiene

FIGURA 15.  
ESQUEMA PARA EL TRAZADO  
DE UNA PLANTACIÓN DE CACAO  
CON SOMBRA TEMPORAL Y  
PERMANENTE



## CAPÍTULO III

FIGURA 16.  
PLANTACIÓN IDEAL DEL CACAO  
(TOXOPEUS)



la ventaja de lograr un manejo de la luminosidad muy eficiente y su alta productividad permite generar recursos adicionales que aseguran el éxito de la plantación.

### **Recomendaciones para la siembra del sombrío permanente**

1. Se construye un germinador.
2. Las semillas se seleccionan de plantas sanas siembran en el germinador, cuatro a seis meses antes de iniciar la preparación del terreno, para llevar al campo junto con la sombra temporal.
3. Las semillas se distribuyen uniformemente en el germinador, tapándolas con una delgada capa de arena.
4. El germinador se cubre con hojas de gramíneas o cambur picadas y se aplica un riego fino.
5. Cuando emergen las primeras hojas se elimina la cobertura de hojas y se aplican riegos frecuentes.
6. Cuando las plantitas alcancen una altura de 5 a 8 cm se trasplantan a bolsas plásticas, similares a las usadas para las plantas de cacao en el semillero y se aplican las prácticas necesarias. Deberán descartarse las plantas débiles, deformes o enfermas.
7. Cuando el arbolito ha alcanzado de 50 a 60 cm de altura, están listos para ser trasplantados al sitio de siembra definitivo, al inicio de la época de lluvias.
8. La distancia de siembra del sombrío permanente depende del tipo de árbol seleccionado y de las condiciones de nubosidad imperantes en la zona. Normalmente se usan longitudes múltiples de las distancias de la sombra temporal, para lograr un arreglo uniforme en la plantación. La siembra de los sombríos se realiza simultáneamente. La distancia más utilizada en Venezuela para el sombrío permanente es de 24 x 24 m con una planta en el centro del cuadrado, conformado por

cuatro árboles. Los árboles en crecimiento de la sombra permanente deben recibir el mantenimiento apropiado de poda, con el fin de inducir la conformación del árbol de sombra deseable (Figuras 15 y 16).

### **Cortinas rompevientos**

En algunas zonas cacaoteras, debido a la incidencia continua o estacional de vientos fuertes, es necesario establecer cortinas rompevientos alrededor de las parcelas de cacao, para evitar el exceso de corrientes de aire que aceleran la evaporación del agua del suelo y de las hojas de las plantas, así como el daño que podrían causar en los árboles de cacao y de sombra permanente.

La escogencia de los árboles que van a utilizarse como cortinas rompevientos debe realizarse a partir de árboles maderables adaptados a la zona y que hayan resistido los vientos a través del tiempo. Las cortinas deberán alcanzar una altura superior a la del cacao, ser de madera fuerte, ramificación baja y abundante, raíces profundas y de fácil propagación por semillas.

Las barreras rompevientos se ubican a 15 m de la primera línea de la plantación, trazada en una línea perpendicular a la dirección del viento. El espaciamiento entre cortinas varía de la situación particular de la plantación, distanciadas entre 100 y 200 m, dependiendo del relieve del terreno. Normalmente se utilizan especies como apamate, araguaney y samán. Como regla general, se calcula que la barrera tiene un efecto de protección equivalente a 30 veces la altura del árbol utilizado como rompevientos.

### **EL MATERIAL DE SIEMBRA:**

#### **CULTIVARES DE CACAO UTILIZADOS EN VENEZUELA**

Venezuela guarda una gran tradición con todo lo relacionado a la siembra de cacao, siendo el único país en el mundo que se precia de tener plantaciones autóctonas de tipos Criollos, Trinitarios y Forasteros, que se han desarrollado de manera ancestral a todo lo largo y ancho de nuestra geografía. El cacao ha sido cultivado desde el siglo XVII, con una tecnología primitiva que aún subsiste en las principales áreas cacaoteras. El sistema tradicional de siembra que operaba consistía en la escogencia de frutos maduros de buenas características a capricho del cultivador, cuyas semillas se sembraban directamente en el campo, en número de tres a cuatro por punto de siembra, para posteriormente seleccionar la que quedaría definitivamente en la plantación. También se utilizaba el sistema denominado “chorote”, consistente en la recolección, dentro de las plantaciones, de plantitas provenientes de la germinación de semillas de frutos caídos, las cuales se colocaban en los sitios de siembra considerados más convenientes.

Es durante 1932, con los adelantos alcanzados por Pike (1933) en Trinidad, en la propagación vegetativa por estacas, cuando se dio inicio al proceso de mejoramiento genético en el mundo. Pound (1933) logró coleccionar en Trinidad, en Centroa-

mérica y en el Amazonas plantas sobresalientes en producción, tamaño de almendras y buen comportamiento frente a enfermedades como la escoba de brujas.

Estas plantas, conocidas como series: ICS, Pound, IMC y Parinari, entre otras, revolucionaron el mundo cacaotero por los adelantos que pudieron alcanzarse en el mejoramiento de las plantaciones. Este avance fue transferido y adaptado en muchas áreas de producción en Latinoamérica, correspondiéndole en nuestro país a Palma (1946) realizar introducciones y seleccionar en la zona cacaotera central, los clones hoy denominados Ocumare, Chuao y Choroní. En el Cuadro 1 se resumen las principales características de los materiales sobresalientes.

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS MATERIALES CRIOLLOS SOBRESALIENTES SELECCIONADOS EN LA ZONA CENTRAL

| Clon      | Características semilla |     |    | Tolerancia ante enfermedades |        |         |         |
|-----------|-------------------------|-----|----|------------------------------|--------|---------|---------|
|           | IA                      | FPA | IM | Phyt.                        | Escoba | Ceratos | Agallas |
| OC 60     | 1,9                     | 77  | 18 | NI                           | MR     | MR      | S       |
| OC 63     | 1,6                     | 76  | 20 | S                            | MS     | S       | NI      |
| CHO 07    | 1,5                     | 90  | 19 | MS                           | MS     | S       | S       |
| CHO 24    | 1,7                     | 55  | 19 | NI                           | S      | MR      | S       |
| CHO 31    | 1,7                     | 50  | 19 | NI                           | MS     | S       | MS      |
| CHO 36    | 1,4                     | 62  | 22 | MS                           | S      | S       | MS      |
| CHUAO 174 | 2,0                     | 65  | 16 | MS                           | S      | S       | S       |
| CHUAO 2   | 1,5                     | 60  | 21 | S                            | NI     | S       | S       |
| CHUAO 120 | 1,4                     | 75  | 25 | MS                           | S      | S       | S       |
| OC 73     | 1,7                     | 84  | 16 | MS                           | NI     | S       | S       |
| OC 67     | 1,8                     | 88  | 16 | S                            | MR     | MR      | NI      |
| OC 61     | 1,9                     | 79  | 16 | S                            | MR     | MR      | R       |

IA: Índice de almendra – FPA: frutos por árbol - IM: Índice de mazorca - S: Susceptible - MS: Muy susceptible – MR: Medianamente resistente - NI: No hay información

De estos cultivares, algunos han tenido una alta difusión como los OC 61; OC 73; OC 67 y CHO 24, que cruzados con clones Amazónicos han producido rendimientos promedio por encima de 1.200 kg/ha en las condiciones de Cauca-gua, como se muestra en el Cuadro 2.

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS HÍBRIDOS DESARROLLADOS EN CAUCAGUA, PERÍODO 1966/1970

| Híbrido            | IA   | Prod. (kg c.s./ha/año) |
|--------------------|------|------------------------|
| OC 73 x SCA 6      | 1,13 | 1.230                  |
| OC 61 x SCA 6      | 1,13 | 2.180                  |
| OC 66 x SCA 6      | 1,01 | 1.820                  |
| CHO 36 x SCA 12    | 1,17 | 2.340                  |
| CHO 174 x SCA 12   | 1,24 | 2.131                  |
| CHO 18 x SCA 12    | 1,14 | 1.808                  |
| CHO 28 x SCA 12    | 1,16 | 1.437                  |
| CHUAO 120 x SCA 12 | 1,06 | 1.405                  |

Distancia de siembra: 4 x 4 m. Sombrío permanente: bucare pionío.  
FUENTE: PÉREZ, REYES Y REYES (1972).

Estos híbridos han demostrado alta precocidad, buena productividad y buen comportamiento a enfermedades. Los cruces con SCA 6 y SCA 12 originan una excelente calidad, combinando las buenas características de los Criollos con el sabor afrutado de los clones SCA.

Estos híbridos tienen rechazo por el tamaño promedio de las almendras, que en algunos de ellos alcanza escasamente los requerimientos de la industria chocolatera.

En cruces entre clones Trinitarios por padres Amazónicos, se ha encontrado, en cuatro años de datos, promedios de producción altos y muy buenos índices de almendra (Cuadro 3).

CUADRO 3. ÍNDICE DE ALMENDRA Y RENDIMIENTOS DE CUATRO CRUCES DE TRINITARIOS POR FORASTEROS

| Cruce                 | IA   | kg/ha |
|-----------------------|------|-------|
| Sta. Cruz 10 x SCA 12 | 1,09 | 1.789 |
| ICS 6 x IMC 67        | 1,6  | 1.860 |
| ICS 8 x SCA 12        | 1,4  | 1.540 |
| ICS 8 x IMC 67        | 1,42 | 1.938 |

En 1954, Hans Christoffel realizó una serie de selecciones en fincas de Barlovento, donde la escoba de brujas constituía un factor determinante en la producción, junto con la pudrición parda de los frutos (*Phytophthora* spp.). En el Cuadro 4 se presentan las características de los clones sobresalientes de las selecciones barloventeñas.

CUADRO 4. CLONES SOBRESALIENTES DE LA SELECCIÓN REALIZADA EN BARLOVENTO EN EL AÑO 1954

| Clon           | IM    | IA     | kg/pta. | Comportamiento ante enfermedades |    |    |    |
|----------------|-------|--------|---------|----------------------------------|----|----|----|
|                | Phyt. | Escoba | Cerat.  | Agallas                          |    |    |    |
| Sta. Cruz 10   | 16    | 1,6    | 4,3     | S                                | R  | R  | R  |
| Sta. Cruz 12   | 16    | 1,3    | 3,8     | S                                | R  | S  | R  |
| Sta. Cruz 20   | 15    | 1,3    | 3,2     | MS                               | MR | S  | R  |
| Sta. Cruz 9    | 16    | 1,5    | 3,1     | MS                               | S  | MR | S  |
| Cuira 32       | 16    | 1,6    | 3,8     | S                                | R  | S  | S  |
| Cumbo 177      | 22    | 1,4    | 2,2     | S                                | S  | MR | NI |
| La Concep. 165 | 19    | 1,4    | 3,1     | NI                               | R  | MR | NI |

La gran ventaja de estos materiales es la alta adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas variables que reinan en la amplia geografía barloventeña, desde suelos muy arcillosos hasta notablemente francos y zonas de alta precipitación (3.500 mm/año), a zonas de baja precipitación (800 mm/año). Por ello, es conveniente su inclusión en cualquier programa de mejoramiento para nuevas plantaciones de cacao en la región de Barlovento, bien sea por vía asexual de injertos o estacas, o como híbridos.

En 1962 se llevó a cabo una selección de plantas en Delta Amacuro, caserío Playa Alta, las cuales mostraron muy buen comportamiento de campo ante escoba de brujas, enfermedad que afecta intensamente a esta región (REYES Y PÉREZ, 1968),

## CAPÍTULO III



FOTO 19.  
FRUTOS DE LA SELECCIÓN  
PLAYA ALTA

cuyas características se muestran en el Cuadro 5.

Además de su buen comportamiento de campo frente a la escoba de bruja, las selecciones Playa Alta poseen muy buen índice de frutos y de almendras, con granos de color blanco o violeta pálido (Foto 19).

En cuanto a las selecciones de cacao extrafinos (REYES Y CASTELLANOS, 1994), se han logrado obtener 26 árboles del tipo Porcelana, que destacan por su alta producción y altos índices de almendra. Además se han encontrado plantas de porte muy bajo, que podrían servir para el desarrollo futuro de plantaciones de alta densidad, como se muestra en el Cuadro 6.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS SELECCIONES PLAYA ALTA

| Selección    | IM | IA  | Color de cotiledón | g/fruto | kg/planta |
|--------------|----|-----|--------------------|---------|-----------|
| Playa Alta 1 | 19 | 1,5 | Blanco             | 51      | 2,0       |
| Playa Alta 2 | 21 | 1,6 | Violeta pálido     | 46      | 2,1       |
| Playa Alta 3 | 19 | 1,6 | Violeta pálido     | 53      | 2,5       |
| Playa Alta 4 | 15 | 2,0 | Violeta pálido     | 64      | 2,5       |
| Playa Alta 5 | 15 | 2,0 | Violeta pálido     | 66      | 2,9       |

FUENTE: REYES Y PÉREZ (1968).

CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS DE LAS SELECCIONES DE CACAO PORCELANA

| Selección | Fr./pta. | Alm./fr. | IA  | IF | IPR  | Porte    |
|-----------|----------|----------|-----|----|------|----------|
| Porc. 003 | 131      | 24       | 2,2 | 25 | 0,45 | Normal   |
| Porc. 004 | 120      | 22       | 2,7 | 17 | 1,11 | Normal   |
| Porc. 007 | 116      | 25       | 2,0 | 20 | 0,58 | Normal   |
| Porc. 023 | 106      | 23       | 2,6 | 17 | 0,70 | Normal   |
| Porc. 020 | 90       | 31       | 2,0 | 16 | 0,70 | Normal   |
| Porc. 022 | 25       | 21       | 2,4 | 2  | 0,14 | Muy bajo |
| Porc. 025 | 60       | 27       | 1,5 | 25 | 0,14 | Muy bajo |

FUENTE: REYES Y CASTELLANOS (1994)

Fr./pta: Fruto por planta – Alm./fr.: Almendras por fruto – IA: Índice de almendras

IF: Índice de fruto – IPR: Índice de productividad = IA/IF x kg de cacao seco por planta

En síntesis, los datos expuestos anteriormente permiten indicar que, de acuerdo con los ensayos de progenies híbridas analizadas, los cruces entre clones de tipos Criollos por Amazónicos y entre tipos Trinitarios por Amazónicos son mucho más productivos, precoces y de mayor habilidad de establecimiento, que los cruces entre Criollos por Trinitarios y Criollos por Criollos. La ponderación de datos promedio de 15 años de producción se presenta en el Cuadro 7.

CUADRO 7. PRODUCCIÓN DE CRUCES DE DIFERENTES ORÍGENES

| Orígenes               | kg cacao seco/ha/año |
|------------------------|----------------------|
| Criollo x Criollo      | 260                  |
| Criollo x Trinitario   | 350                  |
| Trinitario x Amazónico | 1.150                |
| Criollo x Amazónico    | 1.600                |

## CAPÍTULO III

De todas las combinaciones híbridas ensayadas, destaca el híbrido Caucahua (Santa Cruz 10 x SCA 6), el cual llegó a alcanzar rendimientos cercanos a 4.500 kg/ha. Dentro de los Forasteros Amazónicos utilizados como padres en cruces con Trinitarios y Criollos, destaca el IMC 67 por su alta producción, por encima de 1.800 kg/ha y un índice de almendra superior a 1,36.

Al analizar el comportamiento de los diferentes cruces, de acuerdo con la zona de vida donde fueron sembrados, los resultados obtenidos se resumen en el Cuadro 8.

CUADRO 8. COMPORTAMIENTO DE LOS HÍBRIDOS EN DIFERENTES ZONAS DE VIDA.

| Híbrido            | Zona húmeda                                   | Zona seca                                       |
|--------------------|---|---|
| Ocumare 61 x SCA 6 | Muy productivo, sin escobas<br>Sin agallas    | Muy productivo, sin escobas<br>Sin agallas      |
| ICS 8 x SCA 6      | Muy productivo, sin escobas<br>Sin agallas    | Muy productivo, sin escobas<br>Con agallas      |
| GS 36 x IMC 67     | Muy productivo, muchas escobas<br>Sin agallas | Muy productivo, pocas escobas<br>Muchas agallas |

Los cacaos extrafinos como los Ocumare, Chuao, Choróni, Porcelana y Guasare deben propagarse vegetativamente por injertos sobre patrones resistentes (IMC 67, IMC 11, SCA 6), ya que estos materiales presentan problemas al ser usados mediante propagación sexual por semillas, siendo afectados por enfermedades de la raíz y del tallo, causadas por los hongos *Fusarium* sp., *Phytophthora* spp. y *Ceratocystis*.

Los cacaos finos y extrafinos presentan las siguientes características organo-lépticas relacionadas con la calidad:

CUADRO 9. CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS\* DE CACAO GUASARE

| Planta | Peso 10 frutos (g) | Índice de almendra (g) | Índice de mazorca** | Peso cacao seco | Placenta (%) |
|--------|--------------------|------------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 1      | 437                | 1,7                    | 14                  | 72              | 0,68         |
| 2      | 482                | 1,8                    | 16                  | 63              | 1,65         |
| 3      | 487                | 1,7                    | 13                  | 78              | 1,64         |
| 4      | 630                | 1,8                    | 9                   | 115             | 1,42         |
| 5      | 499                | 1,5                    | 10                  | 98              | 1,40         |
| 6      | 786                | 1,7                    | 10                  | 99              | 1,33         |
| 7      | 413                | 2,6                    | 15                  | 65              | 1,45         |
| 8      | 580                | 1,8                    | 14                  | 71              | 1,72         |
| 9      | 770                | 1,8                    | 07                  | 144             | 2,33         |
| 10     | 502                | 1,6                    | 12                  | 85              | 1,59         |

\* Los valores se refieren a promedios de diez frutos por planta, seleccionadas en la finca del señor Víctor Marulanda, en la Sierra de Perijá, zona del Guasare, estado Zulia.

\*\* Índice de mazorca: N° de mazorcas para hacer 1 kg de cacao seco.

FUENTE: REYES (1990).

### Cacaos del sur del Lago de Maracaibo

Porcelana: de color castaño claro, muy poca acidez, ligero gusto a nuez, sabor agradable y aromático.

FOTO 20.  
ÁRBOL PRODUCTIVO  
DE CACAO GUASARE

FOTO 21.  
SEMILLAS BLANCAS Y GRANDES  
DE CACAO CRIOLLO GUASARE



**Guasare:** de color castaño oscuro, muy poca acidez, acentuado gusto a nuez, sabor agradable y poco aromático (Fotos 20, 21).

**Cacaos de Barlovento**

Carenero superior, Río Caribe.

**Yaguaraparo:** de color canela, excelente chocolate, fino y afrutado, muy fragante.

**Cacaos de la zona sur de Mérida**

**Criollos de Mérida:** color claro del cotiledón, gusto fino y aromático, muy poco astringente, sabor a nuez y a especias.

Trabajos recientes (REYES, 1990; VIVAS, 1994) relacionados con el rescate y conservación del germoplasma de cacaos Criollos finos y de aroma, han arrojado la información reseñada en los Cuadros 9 y 10.

CUADRO 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS DE TRES CULTIVARES DE CACAOS CRIOLLOS\*

| <b>Carácter</b>                      | <b>Guasare</b> | <b>Novillero</b> | <b>Laguneta</b> |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|
| Cotiledón blanco (%)                 | 100            | 100              | 100             |
| Peso promedio testa                  | 0,16           | 0,20             | 0,18            |
| Relación testa/cotiledón (%)         | 10,15          | 11,20            | 10,80           |
| Nº de almendras/100 g                | 53,00          | 56,50            | 56,00           |
| Grasa (%)                            | 53,40          | 58,20            | 51,10           |
| Acidez de grasa como % de ác. oleico | 1,24           | 0,70             | 0,95            |
| Punto de fusión                      | 31,50          | 30,0             | 31,0            |
| pH                                   | 5,6            | 5,2              | 5,4             |

\* Materiales provenientes de la Sierra de Perijá, Guasare, estado Zulia y poblaciones de Novillero y Laguneta, estado Táchira.

\* Al someterlos al proceso de fermentación, resultaron almendras de excelente calidad a los tres días.

FUENTE: VIVAS (1997).

CAPÍTULO IV

SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DEL CACAO



La construcción de viveros es una de las prácticas que se han incorporado en el desarrollo de plantaciones de cacao como respuesta tecnológica frente a la necesidad de multiplicar y cuidar eficientemente el tipo de cacao que se ha seleccionado para la siembra, que va a conformar el plantel productivo. Anteriormente, dada la importancia que el productor le otorgaba a la escogencia del material que sembraría en sus nuevas plantaciones, la propagación se realizaba de alguna de las siguientes maneras:

1. En época de lluvias recogían las plantas nacidas espontáneamente en el caacotal y las sembraban directamente en el campo, práctica conocida como “choroteo”, en la cual no se realizaba ninguna selección previa del material de siembra, se desconocía el origen de los padres y se contribuía a dispersar las plagas y enfermedades existentes.

2. Se seleccionaba en el campo un área para el semillero, donde germinaban las semillas recogidas en el campo y luego las plantitas se trasplantaban en una especie de almácigo para su desarrollo. Cuando alcanzaban el tamaño adecuado se sacaban con un instrumento apropiado (chicurón), junto con su pilón de tierra y se llevaban al lugar de siembra previamente marcado y ahoyado.

3. Similar al modo anterior, pero, luego de germinadas en el semillero, las plantas se llevaban a unos cobertizos rústicos, contruidos con bambú o caña amarga, dentro de los cuales se sembraban en recipientes de bambú llenos de tierra.

4. Se cosechaban frutos maduros, se extraían las semillas, y se colocaban en el sitio de siembra definitivo en campo, sembrando tres o cuatro semillas por hoyo. De las plantas que emergían se seleccionaban, un año después, las de mejor desarrollo y el resto se eliminaba (Foto 22).

#### EL VIVERO Y SU MANEJO

Durante los últimos años se ha venido aplicando el sistema de propagación que utiliza plantas de cacao desarrolladas en viveros por vía sexual o asexual. De esta manera se asegura una mejor atención y cuidado para la planta antes de su siembra en el sitio definitivo. En efecto, el vivero brinda las siguientes ventajas:

1. Se le da suficiente sombra a las plantas durante los primeros días de vida y en la medida en que crecen se les incrementa la luminosidad, de manera que faltando aproximadamente un mes para la siembra penetre suficiente luz solar, permitiéndoles “endurecerse” evitando que lleguen al campo flácidas y débiles, donde sufrirían mucho debido al aumento de transpiración y al estrés al que se las somete.

2. Se debe reubicar en un sitio de fácil acceso, protegido, que garantice la humedad suficiente para cubrir las necesidades de las plantitas en crecimiento.

3. Se asegura la atención y cuidado a las plantas en términos de prevenir y controlar plagas y enfermedades, deficiencias hídricas y nutricionales, permitiendo una selección por vigor y sanidad antes de la siembra definitiva en campo.

FOTO 22.  
SEMILLAS DE CACAO LISTAS  
PARA LA SIEMBRA



**Viveros rústicos**

Las pequeñas plantas que van a obtenerse en la finca mediante el uso de semillas mejoradas, requieren de sombra, la cual se logra mediante varios tipos de viveros: de caña amarga, bambú, de hojas de palma o utilizando árboles existentes en la finca.

**Construcción de la armazón**

La construcción de los tres primeros tipos de viveros tiene una fase común, como lo es la armazón, que luego soportará el techo seleccionado. En promedio, 1.000 plantas de cacao en bolsas medianas requieren de 21 m<sup>2</sup> de sombra. Para ello se requiere del material siguiente:

- Seis horquetas de 2,5 m
- Tres varas de 7,5 m
- Tres varas de 3,5 m
- Mecatillo para el amarre de las varas.

Se procede a seleccionar el sitio de construcción, tomando en cuenta que quede equidistante de los lugares de siembra definitiva, sobre un terreno plano no inundable y cercano a una fuente de agua para riego. Una vez seleccionado el lugar, se procede a clavar las horquetas que servirán de soporte al techo, procurando que queden verticales y a una misma altura. El primer par de horquetas se separan 3 m entre sí, el segundo se coloca a 3,5 m de las primeras y el tercero a 3,5 m del segundo. Queda así demarcado por las horquetas un rectángulo de 3 m de ancho por 7 m de largo. Luego se colocan las varas largas sobre las hileras de horquetas, amarrándolas en ángulo con mecatillo, bejuco o cualquier otro material disponible. Se amarran sobre éstas y en el mismo sitio se amarran las varas cortas en forma transversal y por último se coloca y amarra la tercera vara larga sobre las cortas (Figura 17).

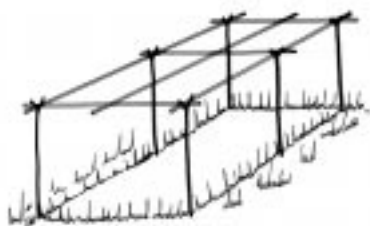


FIGURA 17.  
ARMazón DEL VIVERO



FIGURA 18.  
VIVERO CONSTRUIDO  
CON CAÑA O BAMBÚ

**Techo de caña o bambú**

Sobre la armazón construida se procede a colocar las cañas cortadas en pedazos de 3,5 m, amarrándolas sobre las varas, dejando un espacio de 5 cm entre ellas, lo que permitirá un paso de luz de 50% (Figura 18). Si se usan cañas se necesitarán aproximadamente 88 pedazos de 3,5 m de largo, pero si se usa bambú, deben cortarse 44 pedazos rajados por la mitad. En cualquier caso, se pueden colocar algunas cañas o pedazos de bambú parados y amarrados alrededor del vivero, para controlar la excesiva entrada de luz y evitar la entrada de animales (Figura 18).

**Techo de hoja de palma**

En este caso se usan como material hojas de algunas palmas como corozo, coco o chaguaramo, seleccionándolas por su tamaño (más de 2,5 m y que no tengan daños). Para el techo de la estructura de 21 m<sup>2</sup> se requerirán 25 hojas de palma, colocadas y amarradas transversalmente y a 0,5 m de separación entre los ejes de las hojas. Para las paredes se requieren 50 hojas similares adicionales (Figura 19).

**Bajo la sombra de árboles**

Es el menos costoso si se consiguen los árboles adecuados, que den sombra regular y constante sobre el terreno, en la medida en que el sol cambia de posición



FIGURA 19.  
VIVERO CONSTRUIDO  
CON HOJAS DE PALMA

## CAPÍTULO IV

durante el día. Deben estar ubicados cerca de una fuente de agua y accesibles desde el sitio de siembra definitivo. Como en los casos anteriores, se puede armar una cerca alrededor para darle protección contra animales (Figura 20).

### *Techo de Saran*

Requieren una estructura fuerte, generalmente de madera resistente o de metal, sobre la cual se coloca la tela de Saran, pudiendo establecer sectores con diferentes intensidades de luz. La inversión inicial es costosa pero bastante perdurable.

## TÉCNICAS DE MANEJO DE UN VIVERO DE CACAO

A continuación se detallan las técnicas desarrolladas a partir de las experiencias sobre manejo de viveros realizadas en la Estación Experimental Caucaagua (REYES, CAPRILES DE R. Y PEREZ, 1963; 1964).

1. **Ubicación:** debe seleccionarse un sitio apropiado, con terreno plano, cercano a una fuente de agua y de fácil acceso. La superficie del vivero se puede estimar sobre la base de que en un metro cuadrado de vivero pueden colocarse 30 plantas.

2. **Tipo de bolsa:** deben utilizarse bolsas plásticas negras con perforaciones en la parte inferior, con capacidad de 3 kg para el medio enraizante.

### 3. Preparación del medio para la siembra

- Se mezclan dos partes de tierra previamente zarandeada, una parte de arena y una de aserrín descompuesto.

- La bolsa se llena hasta la mitad y se agregan 10 g (una cucharada sopera) de un fertilizante de fórmula completa, mezclando bien hasta uniformizar. Luego se termina de llenar la bolsa, dejando 5 cm que se completarán con aserrín descompuesto, sobre el cual se colocará la semilla para su germinación.

### 4. Siembra.

- Una vez seleccionado el cultivar de cacao que va a propagarse se recojen los frutos el mismo día o la tarde anterior.

- Se extraen las semillas sin dañarlas y se sumergen en una solución de agua con cal (10%) para precipitar el mucílago, se frotan con aserrín para eliminar el mucílago precipitado en grumos y se lavan.

- Se colocan las semillas en una solución fungicida por espacio de cinco minutos. Puede utilizarse fungicidas a base de cobre: Cupravit, Caocobre o Cobre Sandoz en una solución de 5g/l de agua o Vitavax (Carboxin + Thiram) en una dosis de 3g/l.

- Inmediatamente se colocan las semillas a pregerminar, sumergiéndolas antes en un envase con suficiente agua, de 24 a 48 horas, de acuer-

FIGURA 20.  
VIVERO BAJO ÁRBOLES  
DE SOMBRA, EXISTENTES  
EN LA FINCA



## CAPÍTULO IV

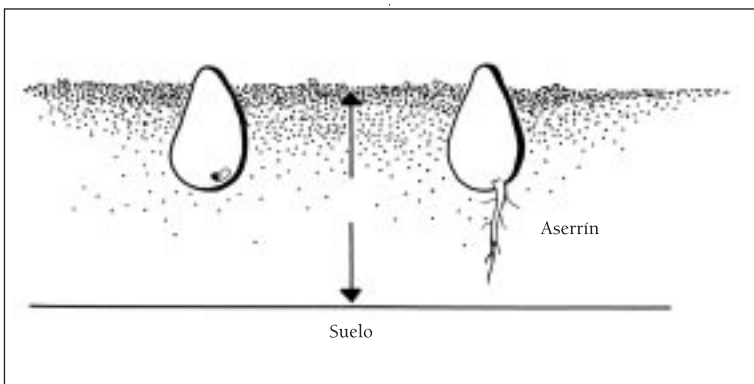


FIGURA 21.  
COLOCACIÓN DE LA SEMILLA  
CON SU RADÍCULA EN LA BOLSA

do con el grado de madurez del fruto, al cabo de este tiempo comienzan a aparecer las radículas. Las semillas pregerminadas deben tratarse con sumo cuidado, para evitar que se quiebren sus incipientes raíces. La pregerminación tiene diversas ventajas: permite desechar semillas vanas, seleccionar las semillas y facilitar la siembra en la forma correcta; es decir, con la radícula hacia abajo, evitando así que las plantas salgan deformadas por haber invertido el sentido de la raíz (Figura 21).

- La siembra se realiza en los potes debidamente llenos y alineados, en cuyo centro se abre un pequeño hueco donde se coloca la semilla cuidadosamente para evitar que la radícula se quiebre. Entre lotes se dejan caminerías de 50 cm para facilitar las labores.

5. **Riego:** debe aplicarse un riego de asiento inmediatamente después de la siembra y luego diariamente, a menos que ocurran lluvias que humedezcan lo suficiente.

6. **Fertilización:** en caso de presentarse amarillamientos en las hojas, generalmente causado por deficiencias de nitrógeno, se recomienda la aplicación quincenal de urea, disolviendo 1 kg en 100 litros de agua, utilizando asperjadora manual de espalda. Esta cantidad de solución debe cubrir aproximadamente 500 plantas. En ocasiones se pueden presentar síntomas de deficiencias de algunos nutrientes como hierro y zinc, lo cual se corrige adicionando a la urea mezcla de micronutrientes como como Fetrilon a la dosis de 250 gr x 100 l de agua.

**Síntomas de la deficiencia de hierro:** clorosis que se inicia en las hojas más jóvenes siendo común las láminas de color amarillo claro y nervaduras de color verde, con los bordes aserrados. Se presenta en condiciones de mal drenaje, poca materia orgánica o suelos alcalinos.

**Síntomas de la deficiencia de zinc:** hojas nuevas son angostas, alargadas, onduladas y retorcidas en su eje vertical.

Al cabo de cuatro a seis meses las plantas estarán listas para la siembra en el sitio definitivo de campo.

### ENFERMEDADES Y PLAGAS DE CACAO EN PROPAGADORES Y VIVEROS

#### Recomendaciones

Si no se cumplen ciertas normas fitosanitarias, los propagadores y viveros pueden constituirse en reservorios-diseminadores de enfermedades y plagas. En lo que a cacao se refiere es indispensable cumplir las siguientes recomendaciones:

- Evite el traslado de material de propagación (semillas, estacas, varetas yemeras, flores, desde áreas enfermas hacia áreas sanas).
- No traslade material vegetal, plantas enraizadas ni mazorcas.
- Colecte sólo mazorcas sanas, antes de abrirlas sumérgalas en una solución fungicida tal como Cupravit 4 g/l o Vitavax (Carboxin + Thiran) 1g/l durante 5 minutos.

- Corte y saque las semillas, trátelas con agua de cal 10g/l para precipitar el mucílago, lávelas y de inmediato trátelas con Vitavax por vía húmeda a la dosis de 1g/l o por vía seca 100 g/kg de semillas. Si observa semillas enfermas o defectuosas de una mazorca elimínelas todas.

- Etiquete cuidadosamente y empaque en bolsas de polietileno, transpórtelas en una cava de anime para evitar cambios de temperatura.

- Siembre en un corto plazo.

- Supervise frecuente y rigurosamente la sanidad de material, si se presentan plantas enfermas erradíquelas.

En cuanto al material vegetativo para multiplicación por injerto o estacas debe cumplir las siguientes pautas:

- Corte material sólo de plantas sanas y vigorosas e identifíquelas cuidadosamente, elimine el follaje innecesario.

- Trate los extremos de las estacas y varetas portayemas con parafina derretida para evitar deshidratación.

- Sumerja el material a propagar en una solución fungicida similar a la mencionada para las semillas.

- Empaque separadamente por accesiones en bolsas de polietileno, etiquete cuidadosamente y trasládelas en cavas de anime.

- Realice la propagación asexual en corto plazo.

### **Flores para polinizaciones**

- Colecte cuidadosamente las flores y colóquelas en cajas pequeñas de plástico que contengan algodón humedecido, estériles y refrigeradas. Séllelas e identifíquelas individualmente.

- Empaque en cavas de anime con material inerte entre ellas.

- Realice las polinizaciones lo más pronto posible.

Todo el material de flores, semillas, varetas, estacas no utilizado debe ser incinerado, así como sus respectivos empaques.

Observe cuidadosamente el desarrollo obtenido, erradique si observe síntomas de enfermedades. De ser posible utilice una estación intermedia de cuarentena vegetal.

### **Enfermedades**

La mayoría de las explotaciones cacaoteras mantienen un área destinada a la propagación y crecimiento, en la cual permanecen las plantitas de cacao ya sean sembradas por los propios finqueros o adquiridas en viveros oficiales o particulares, mientras se destinan a la siembra, incluso se reservan algunas para resiembras posteriores para reponer plantas débiles o que mueren por diversas causas.

Los propagadores y viveros, además de cumplir con los requisitos para el mejor desarrollo de las plantas y permitir la selección por vigor y sanidad, deben ser frecuentemente supervisados para aplicar los correctivos en caso de que se presenten problemas nutricionales, de enfermedades y plagas, los cuales son muy se-

veros y contaminantes por la alta densidad de plantitas que allí se encuentran, facilitándose su transmisión por contacto, por salpique o por inundación durante el riego, sin olvidar que la permanencia de las plantitas en los viveros fluctúa de cuatro a seis meses durante los cuales corren riesgo de contaminación. Igual cuidado debe aplicarse a las plantas propagadas por injertos o por estacas.

Varias enfermedades del cultivo de cacao, severísimas en el ámbito de campo, son evidentes a nivel de viveros, si por desconocimiento o descuido estas plantas no son erradicadas contribuirán a la diseminación de enfermedades. Entre ellas podemos mencionar:

**Escoba de brujas** (*Crinipellis pernicioso*). Las plantitas pueden presentar elongaciones, hinchazones del cuello, del tallo o de las raíces, escobas apicales, cotiledonares o muerte.

**Agallas de puntos verdes** (*Calonectria rigidiuscula forma imperfecta*). Se manifiestan con agallas en la zona de los cotiledones, en las axilas de las hojas y elongaciones.

**Marchitez y muerte** (*Phytophthora palmivora* y *P. parasitica*). Ocasionan necrosis de raíces, estrangulamiento del talluelo, mancha y necrosis en hojas, marchiteces y muertes ascendentes o descendentes.

**Antracnosis** (*Colletotrichum gloeosporioides*). Se manifiesta con acentuadas necrosis en las hojas nuevas que se prolongan por el pedúnculo, ocasionando defoliaciones y muertes regresivas.

**Muerte regresiva** (*Lasiodiplodia theobromae*). Aparecen áreas necrosadas en los talluelos, los cuales evolucionan hacia muertes regresivas. Por ser un patógeno de heridas es un fuerte colonizador de injertos, provocando la muerte de las yemas.

**Muerte súbita** (*Ceratocystis fimbriata*). Las plantitas presentan necrosis internas en parches discontinuos, seguido de una rápida muerte. Como patógeno de heridas es responsable de la muerte de muchos injertos.

**Marchiteces** (*Fusarium oxysporium* y *F. decemcellulare*). Originan pudriciones a nivel del cuello, del tallo o raíces y muerte de toda la planta por necrosis progresivas o regresivas, igualmente causan la muerte de muchos injertos.

**Manchas foliares:** Están involucradas varias especies de los siguientes géneros: *Pestalozia*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Helminthosporium*, *Meliola* y *Corynespora*.

**Pudrición del cuello y raíces:** causadas por especies de los siguientes géneros: *Rhizoctonia*, *Phomopsis*, *Capnodium*, *Cephalosporium*, *Pestalotia*, *Pythium* y *Phytophthora*.

### **Control**

Los tratamientos preventivos son los más indicados y efectivos, consisten en:

**Desinfestaciones del medio enraizante.** El método a utilizar dependerá del tamaño del semillero; si son pequeños se pueden desinfestar aplicando agua hirviendo, cubriendo con plástico durante 1 día y dejando enfriar antes de la siembra.

Para semilleros de mayores dimensiones pueden utilizarse productos específi-

cos tales como el Basamid (Dazomet) 20 g/m<sup>2</sup> en suelo bien preparado y húmedo, incorporándolo a unos 25 cm de profundidad y tapándolo con plástico o comprimiendo el suelo. Se deja actuar por 15 días para luego remover, regar y sembrar.

Existen otros productos específicos en el mercado.

**Tratamiento de las semillas.** Se realiza en presiembra con productos específicos tales como: el Vitavax (Carboxin + Thiram) a la dosis de 100 g/kilo de semilla tratadas en seco o por vía húmeda 3 g/l de agua, dejando actuar por unos 15 minutos antes de la siembra, este producto es efectivo para la mayoría de los hongos presentes en semilleros; el Benlate (Benomyl) a la dosis de 1 g/l para casos de *Colletotrichum*, *Fusarium* y otros y el Ridomil (Metalaxil) a la dosis de 1 g/l específico a los patógenos *Phytophthora*, *Pythium*.

**Control cultural.** Deben mantenerse los propagadores y viveros en óptimas condiciones de manejo en cuanto a luminosidad, suplencia de agua y de nutrientes, combate de malezas y drenajes funcionales.

En el caso de presentarse marchitez, muerte, escobas, agallas, las plantas deben ser erradicadas y los medios enraizantes desinfectados según las recomendaciones anteriores.

Si se presentan manchas foliares debe realizarse una recolección manual de las hojas muy afectadas y adicionar a los tratamientos nutricionales quincenales fungicidas de amplio espectro tales como: el Dithane M-45 (Mancozeb) 2 g/l alternando con fungicidas basados en cobre como Cobre Sandoz, Cobox, Cupravit ó Cuprosan a la dosis de 4 g/l.

### **Plagas**

Desde sus primeras etapas de desarrollo, las plantitas de cacao se encuentran expuestas a los daños de diversas plagas frecuentes en propagadores y en viveros, perjudicando el desarrollo y el vigor requerido para su óptimo comportamiento de campo. Estas plagas generalmente actúan de forma sorpresiva y severa atacando los tejidos suculentos como son los brotes tiernos, los talluelos o las raíces.

**Cortadores:** pueden trozar los talluelos a nivel de cuello o afectar las raíces, entre ellos tenemos larvas del género *Agrotis* spp., los grillos (*Grillydae* spp., *Teltia* spp. y *Prodenia* spp.), los perros de agua (*Grillotalpidae* spp.) y las babosas o siete cueros (*Arionidae*)

**Defoliadores:** los bachacos (*Atta* spp.), los coquitos perforadores (*Andrector* spp. y *Sisterna* spp.), los falsos medidores (*Trichoplusia* spp. y *Mocys* spp.) devoran el follaje y retrasan el crecimiento.

**Chupadores:** Los afidos (*Aphis*, spp., *Myzus* spp.), las escamas (*Coccus* spp., *Icerya* spp.), las chinches (*Nezara* spp.), los ácaros (*Tetranychus* spp.), alteran el metabolismo y retrasan el crecimiento.

**Perforadores del tallo:** coquitos perforadores (*Xylosandrus morigerus*) abren perforaciones que necrosan y ocasionan la muerte de plantitas.

**Daños radicales:** especialmente los ocasionados por nematodos, responsables del debilitamiento de las plantas por rajaduras en la corteza, nódulos en las

raíces o proliferación de raicillas siendo los géneros *Meloidogine*, *Pratylenchus* y *Tilenchus* los más frecuentes.

### **Control**

Para lograr un control exitoso de plagas se hace necesario la supervisión frecuente de los propagadores y viveros, de manera de poder detectar tempranamente los problemas que puedan presentarse y aplicar de inmediato los correctivos necesarios.

### **Control químico**

Debe ser esencialmente preventivo, preparando los medios de enraizamiento, si es posible esterilizándolos, de tal manera que las plagas que puedan estar presentes en ellos sean eliminadas. Así mismo pueden utilizarse cebos envenenados a base de Dipterex 80 (Triclorphon 80 %) o Basamid (Dazonet 98%) que, mezclados con agua y afrecho y colocados en los sitios frecuentados por las plagas, son muy efectivos para el control de la mayoría de las plagas dañinas en propagadores y viveros. En cuanto a daños foliares pueden controlarse adicionando a la solución nutritiva productos como el Cebicid (Carbaryl) en dosis de 2 g/litro.

### **PROPAGACIÓN SEXUAL CONTROLADA MEDIANTE POLINIZACIÓN**

En programas de desarrollo, donde se conoce de antemano el potencial de producción, el comportamiento frente a enfermedades y plagas y la calidad del material de siembra, se deben utilizar las técnicas de la polinización artificial para obtener plantas muy productivas. La confiabilidad del proceso se asegura siguiendo los siguientes pasos:

1. Se parte de plantas cultivadas de características conocidas.
2. Se utilizan pinzas de punta fina que permitan la manipulación de la flor en forma sencilla y precisa, plastilina y, si se dispone de ellos, lentes de aumento.
3. La tarde anterior, los botones que han alcanzado su desarrollo, se tapan colocando un anillo con plastilina en su base y se protegen con un pedazo de manguera plástica de 1,5 cm de diámetro por 6 cm de largo, cuyo extremo se tapa con tela de tul, fijándolo al tubo con una liga.
4. Las flores machos que servirán de padre se recogen muy temprano en la mañana del siguiente día, identificándolas cuidadosamente.
5. Las flores machos deben transportarse en recipientes adecuados que contengan algodón o papel higiénico humedecido, para conservar la turgencia de las flores, si el día es seco y la temperatura es alta.
6. Temprano, en la mañana siguiente, se procede a revisar las flores hembras previamente tapadas el día anterior, se retira el tubo y se realiza la emasculación. Para ello se eliminan unos dos estambres con la pinza, evitando lastimar las otras partes de la flor y procurando no mover los estambres para evitar la salida del polen de las anteras y provocar autofecundaciones.

7. Una vez que la flor ha sido emasculada, se eliminan los estaminoides, cortándolos al apretar la pinza. Mientras tanto, en la flor macho se retiran los pétalos y se dejan al descubierto los estambres, cuyas anteras se frotan cuidadosamente sobre el pistilo de la flor madre.

8. Una vez efectuada la polinización, se identifica la flor y se anota el padre utilizado para el cruce.

9. A los tres días se realiza una revisión para determinar si la polinización fue exitosa lo cual se reconoce si las partes florales se secan, pero el ovario se mantiene y se muestra abultado. En zonas con alta incidencia de enfermedades y donde hay problemas con pájaros, las flores se cubren con recipientes plásticos, para prevenir la pérdida del pequeño fruto en formación.

### **PROPAGACIÓN VEGETATIVA**

Se aplica principalmente cuando el productor desea asegurar la reproducción de las buenas características o cualidades que posee una planta: alta producción, alta calidad, resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas, condiciones estas que no pueden conservarse fielmente a través de la reproducción por semillas. En cacao se utilizan mayormente dos formas de propagación vegetativa o asexual: por injertos o por estacas. La primera se considera ventajosa sobre la segunda, por los beneficios que se obtienen:

1. Mantiene características idénticas a la planta madre.
2. Las plantas reproducidas por injerto no requieren un gran desarrollo para entrar en producción, por ello la densidad de siembra puede aumentarse por encima de 2.000 plantas/ha, asegurando una alta productividad por unidad de superficie.
3. Se requiere poco material vegetativo (varetas yemeras), en comparación con el uso de estacas y en poco tiempo puede obtenerse una mayor superficie sembrada de material valioso.
4. El manejo y transporte de las varetas portayemas es fácil y económico.

### **La técnica de injertación**

La injertación es un procedimiento mediante el cual se unen los tejidos de dos plantas compatibles, una de las cuales es llamada portainjerto o patrón, que sirve de soporte a una porción de otra planta distinta, llamada yema o injerto.

#### **Preparación del portainjerto**

Dado que el propósito de este sistema es combinar las habilidades y ventajas biológicas del portainjerto con el injerto, es necesario asegurar la alta calidad de las semillas que se utilizarán como portainjertos –éstas deben provenir de árboles con excelente desarrollo y resistencia a enfermedades del tronco y de las raíces (*Ceratocystis*, *Phytophthora*, *Fusarium*)–, sembradas en potes individuales de 3 kilos de capacidad, mantenidas en viveros por unos tres meses donde se le suministren los cuidados culturales, nutricionales, fitosanitarios y protegidos de daños ocasionados por animales mayores.

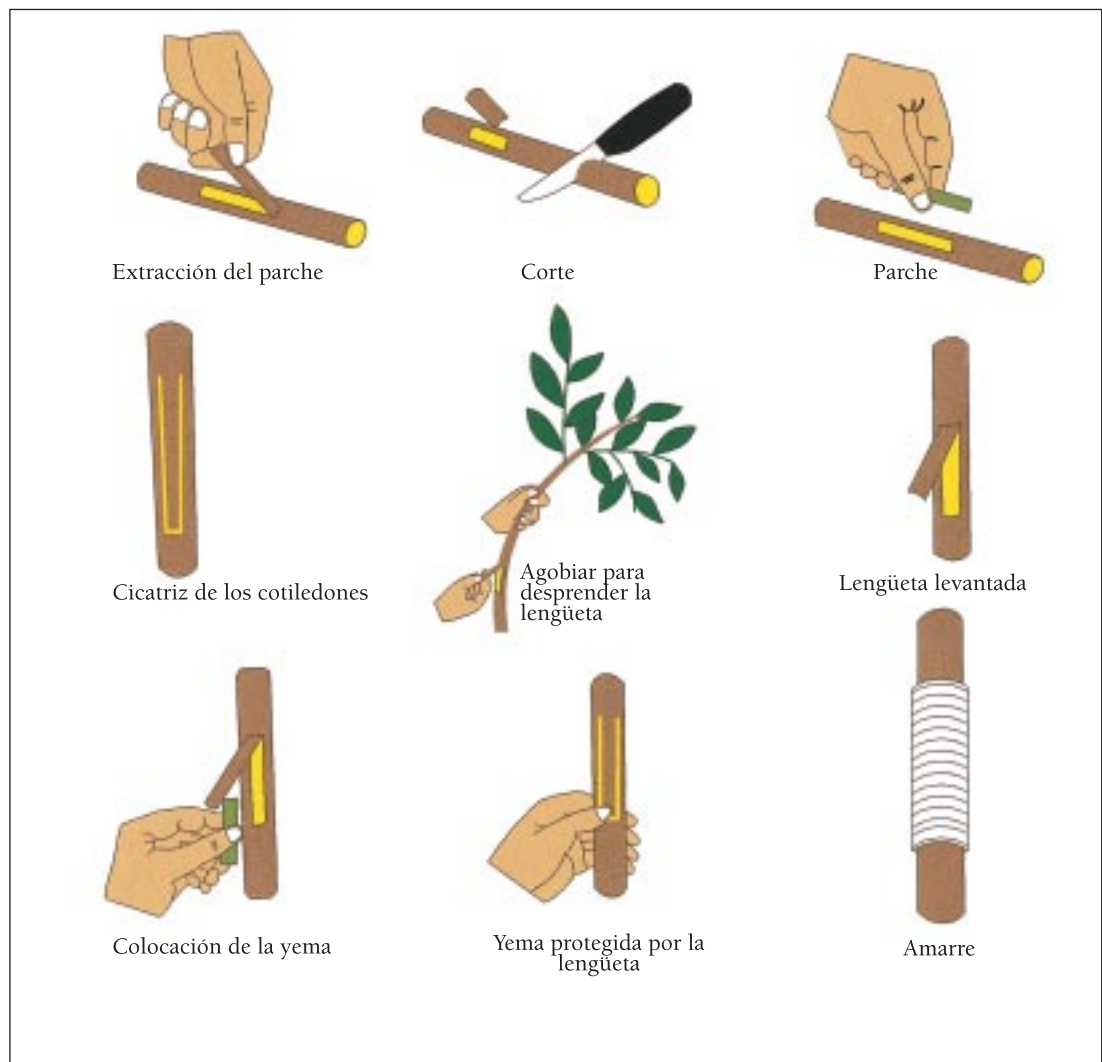
**Selección de las varetas portayemas**

Las yemas, al crecer sobre el portainjerto, darán origen a ramas con habilidades de producción idénticas a las de las plantas madres. Se busca capacidad de fructificación, calidad del grano y resistencia a enfermedades. Las plantas deben producir granos de buen tamaño, tener un índice de fruto menor de 20 y un índice de almendra mayor de 1,2. Las yemas pueden provenir de ramas o de chupones de la planta. En el primer caso, dan origen a plantas con un crecimiento similar; es decir, que su crecimiento es inclinado, con hojas opuestas y alternas, requiriendo de un mantenimiento con soportes en la medida que crecen. Las yemas de chupón originan plantas de crecimiento recto muy parecido a las plantas de semillas.

**Preparación de las varetas**

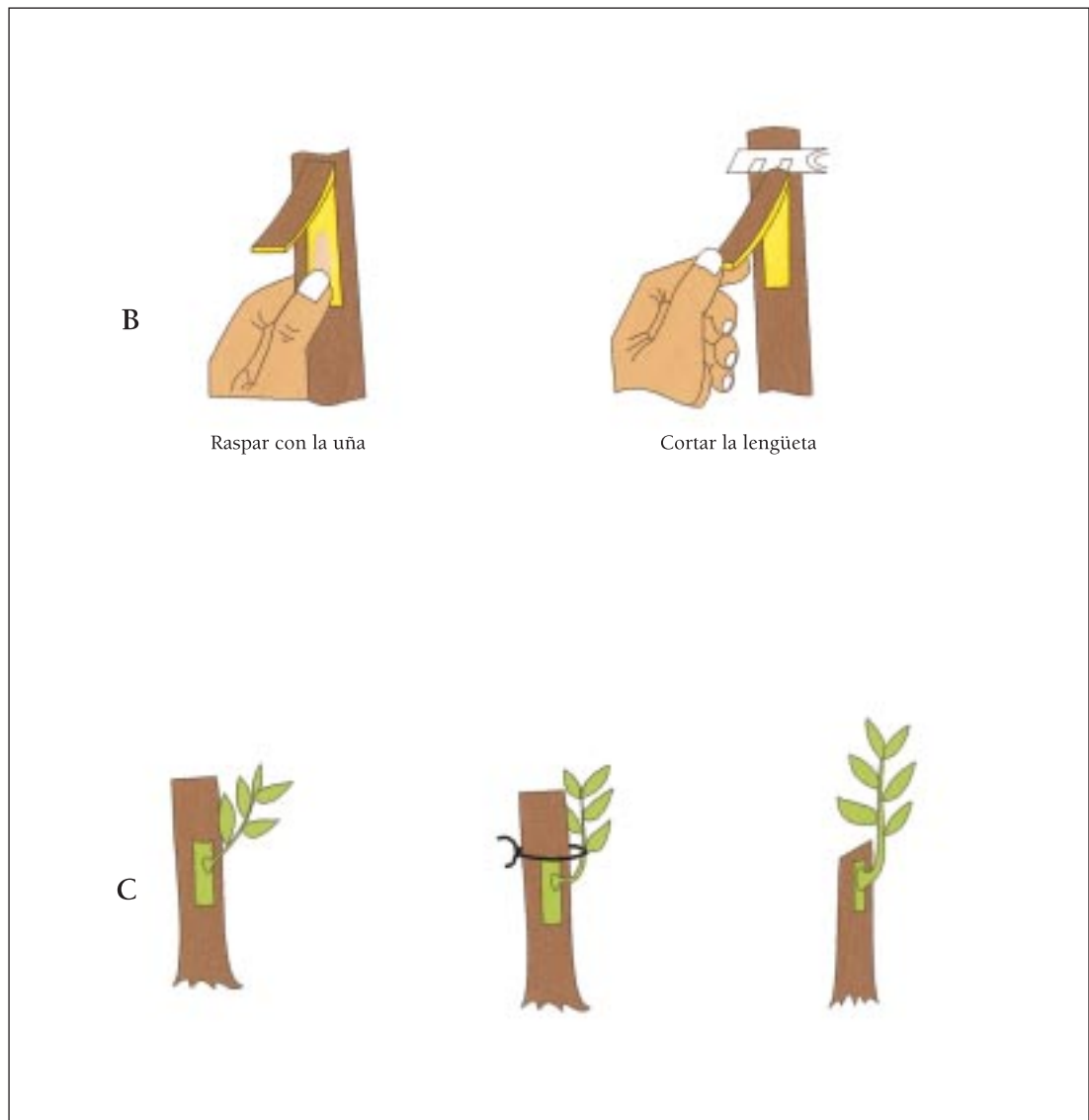
1. Las varetas deben tener aspecto joven, sanas y vigorosas, con yemas abundantes e hinchadas. Es muy importante que las varetas tenga un grosor similar que las plantas donde van a ser injertados. Varetas con yemas pequeñas no sirven, porque su desarrollo es lento y las demasiado grandes son difíciles de manejar en el

FIGURA 22  
PASOS PARA LA INJERTACIÓN  
DEL CACAO



## CAPÍTULO IV

FIGURA 23.  
B: CUIDADOS POSTERIORES  
A LA INJERTACIÓN  
C: INJERTOS DE DIFERENTES  
EJEMPLOS



injerto mismo, pues se rompen fácilmente, anulan el punto de crecimiento o se oxidan rápidamente.

2. Una vez seleccionadas las varetas, siete días antes de utilizarlas se les cortan las hojas y quedarán listas para proveer yemas en condiciones adecuadas para su injertación. Deberán identificarse cuidadosamente.

3. Para el transporte a sitios de trabajo lejanos, es necesario tratar los extremos de las varetas con parafina derretida, evitando así la deshidratación del material y se empacarán individualmente con papel húmedo, aserrín descompuesto o musgo. Luego se forman paquetes, se cubren con tela plástica y se almacenan bajo sombra, para evitar el estrés y la pérdida de humedad.

### *Proceso de injertación*

1. Veinticuatro horas antes de realizar la operación de injertación, se eliminan, con la ayuda de una navaja o tijera, todas las hojas que se encuentren en el tallo del patrón; hasta una altura de 25 cm se limpia la superficie con un pedazo

de tela empapada en una solución de fungicida a base de cobre 4 gr/l, para evitar contaminaciones con hongos.

2. El sitio para la colocación de la yema sobre el portainjerto debe estar por debajo de la cicatriz de los cotiledones a un máximo de 15 cm de altura. Esto se hace con la finalidad de evitar la abundante emisión de chupones.

3. Debe prevenirse la presencia de humedad en el pie del portainjerto, colocando una capa de 3 a 5 cm de arena, evitando así pudriciones.

4. El método de injertación más utilizado es el de la lengüeta, debiendo procederse de la siguiente manera:

- Haga un corte en el patrón en forma de U, procurando que la lengüeta que resulta se desprenda del tronco sin dificultad.

- Tome la vareta portayema y haga un corte similar al anterior, que contenga una yema.

- Coloque la yema cortada en la vareta por debajo de la lengüeta del patrón e inicie el amarre con cinta plástica de abajo hacia arriba, cubriendo totalmente el área injertada. Los tejidos deben quedar bien adheridos para que las dos superficies unidas puedan cicatrizar. Es importante que se evite la entrada de humedad en el área de corte, puesto que ello acarrearía la pérdida de la yema por infecciones fungosas (Figura 22).

- Es conveniente la aplicación de un fungicida como Bentate (Benomyl) 1 g/l tanto a la planta donadora de yemas como al patrón, unos 8 días antes de la injertación y posteriormente a los injertos, cada 15 días.

#### ***Cuidados posteriores a la injertación***

1. A los 15 días de efectuado el injerto, se elimina la cinta plástica y se chequean los que hayan prendido a fin de eliminarles las lengüetas. Al mismo tiempo se aplica un fungicida en los bordes del injerto para prevenir el ataque de enfermedades: Ridomil (Metalaxil) 1g/l o Dithane M-45 (Mancozeb) 2g/l.

2. Si el injerto ha sido exitoso; es decir, si ha prendido lo cual es reconocible porque la yema conserva su color natural, se lleva a cabo un corte en la parte alta del patrón, eliminando el follaje, aplicando pasta cicatrizante en la herida (Figura 23).

#### **Injertación sobre árboles viejos**

Se aplica para la recuperación de plantaciones de cacao altamente improductivas, pero que poseen árboles sanos, sobre los cuales se injertan yemas de materiales seleccionados por sus condiciones de producción, calidad y resistencia a enfermedades.

El procedimiento de injertación sobre tejidos viejos es el siguiente:

1. Veinticuatro horas antes de realizar el injerto, con un pedazo de tela humedecido con un fungicida cúprico, se limpia el área seleccionada para realizar el injerto.

2. Se realiza un corte rectangular en el patrón profundizando las incisiones sin lesionar el leño.

3. Se elabora un suplemento de caucho de igual tamaño que el corte rectangular hecho en el patrón y se le perfora una abertura en su centro.

4. Se toma la vareta portayema y se extrae una yema con un área de tejido ligeramente menor al corte rectangular hecho sobre el patrón. Para ello se superpone el suplemento de caucho sobre la vareta y se calca su tamaño.
5. Con la punta de la navaja se saca el pedazo de corteza cortado sobre el patrón.
6. En el área dejada sobre el patrón se coloca la yema cortada de la vareta, tratando de conseguir un buen contacto en toda su superficie. La yema debe colocarse en el menor tiempo posible para disminuir el riesgo de oxidación al contacto con el aire.
7. Como la corteza del patrón es más gruesa que la que contiene la yema, quedará un espacio en el cual se colocará el suplemento de caucho. La perforación central del suplemento permite la protección de la yema, mientras que sus paredes ejercen presión, lográndose una mejor cicatrización entre el tejido del patrón y el de la yema.
8. Se amarra con cinta plástica de abajo hacia arriba, procurando que resulte lo más fuerte posible, para evitar posibles entradas de humedad que provoquen la pudrición del injerto.
9. Tres semanas después se retira la cinta plástica verificando el prendimiento del injerto. Se aplica una solución de fungicida a base de cobre 4g/l, superficialmente sobre las heridas realizadas en la injertación.

#### **Injerto de parche verde sobre patrones tiernos de plantitas de cacao**

Esta técnica se basa en la metodología propuesta por Ramaday Yunns (1986), en Salah, Malasia, consistente en la inserción de yemas de brotes muy jóvenes sobre patrones de plantitas recién germinadas. El procedimiento es el siguiente:

1. De una rama terminal verde y vigorosa con un brote de endurecimiento reciente, se toman las varetas yemeras aún verdes.
2. De estas varetas se cortan cuidadosamente yemas de 4 mm de ancho por 10 mm de largo, manteniendo el pecíolo que se usará para sujetarlas.
3. La extracción del parche debe realizarse simultáneamente a la preparación del patrón, de manera que las yemas no se oxiden durante el proceso.
4. Los patrones deben utilizarse de 14 días de edad; es decir, ocho a diez días después de la emergencia, cuando los cotiledones aún están sin desprenderse. En el patrón, exactamente por debajo del cotiledón, se abre una sección por medio de un corte horizontal de unos 4 mm de ancho, que escasamente alcance el cambium.
5. La corteza se separa con un movimiento suave hacia atrás, para exponer la superficie de 10 mm de largo donde se va a colocar el parche.
6. Cuando el parche y el patrón estén preparados, se sujeta el parche por el pecíolo y se inserta en el patrón.
7. El exceso de corteza se corta y se deja a una longitud de 3 mm, para que el extremo superior de la yema encaje en el patrón.
8. Cuando el parche queda bien colocado sobre el patrón, el exceso de pecíolo se elimina exactamente por encima de la yema.

## CAPÍTULO IV



FOTO 23.  
INJERTO DE PARCHES VERDES

9. La yema se ajusta amarrándola con un pedazo de cinta plástica de abajo hacia arriba.

10. Este amarre se suelta después de 14 días y la yema brota de siete a diez días después; es decir, cinco semanas después de la siembra de la semilla.

11. Es recomendable la aplicación de fungicidas sistémicos: Benlate (Benomyl) ó Vitavax (Carboxin + Thiram) a la dosis de 1g/l aplicados a las plantas yemas y a los patrones antes de la injertación y repetir a los quince días.

La injertación de parches con yemas verdes en patrones de dos a tres semanas de edad, comparada con el parche tradicional, no sólo reduce costos, sino que además disminuye el tiempo de reproducción y maximiza la utilización de yemas, especialmente cuando hay escasa disponibilidad de material. A escala comercial, un obrero especializado debidamente entrenado en la técnica puede injertar más de 200 plantas por día con una eficiencia superior a 80% (Foto 23).

### Propagación vegetativa por estacas

A pesar de sus ventajas en la reproducción fiel de las características de los padres, este tipo de propagación resulta muy costoso en cuanto a: infraestructura e instalaciones requeridas, equipos, material clonal abundante y personal entrenado.

#### Medio de enraizamiento

Tiene como función darle soporte a la estaca en el propagador y proveer de humedad a la planta, proceso que debe ser controlado, variando en función del tiempo que permanezca la estaca dentro del propagador. Durante las primeras dos semanas se debe contar con una atmósfera saturada de humedad, que impida la transpiración del agua que conserva la estaca y se inicie la emisión de raíces (Foto 24).

El propagador tipo *La Reunión* ha sido el más utilizado en Venezuela, y consiste en una caja construida con cemento, sin paredes divisorias. Las estacas se enraízan directamente en bolsas plásticas que se han llenado por un medio de enraizamiento con un núcleo de aserrín, rodeado completamente por tierra. Las cubiertas del propagador pueden ser de polietileno o de vidrio, dependiendo de la forma como se mantenga la humedad dentro del mismo. En lo alto y por fuera del propagador se coloca un tubo de irrigación, para mantener alta la humedad ambiental y disipar el calor. Dentro del propagador debe haber un sistema de aspersión del agua por nebulización, que facilite la saturación de humedad, disminuya la presión de vapor dentro del tejido de la estaca y mantenga la temperatura entre 26 y 28°C. Las estacas sembradas en potes se colocan sobre una especie de malla de alambre que las mantiene erectas asegurando un buen drenaje (Figura 24).

#### Riego

Debido a la alta exigencia de humedad, los primeros seis días se realizan tres riegos por día: 7:00 am, 1:00 pm y 5:00 pm del día 7 al 21 se realizan dos riegos solamente (mañana y tarde) y del día 22 al 30, sólo un riego en la mañana.

#### Aclimatación

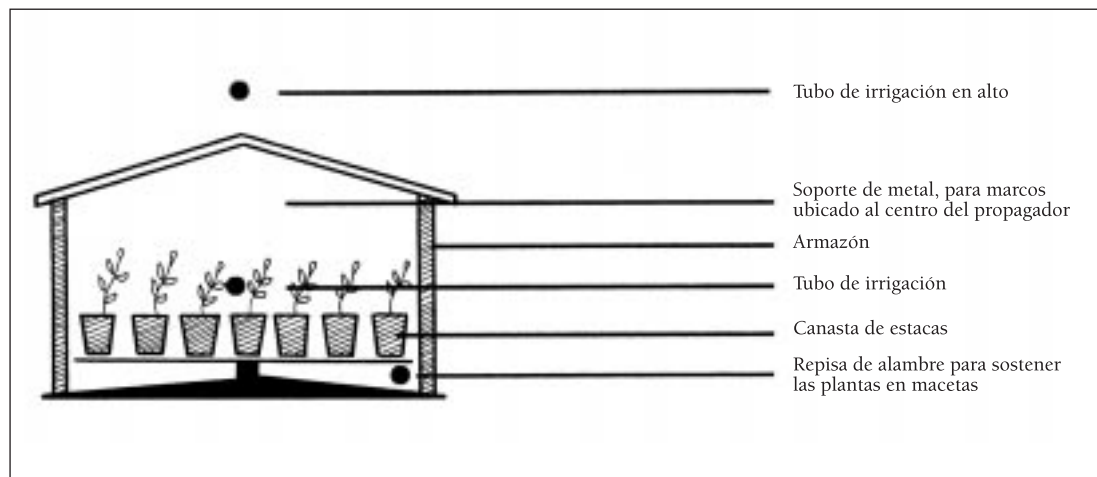
Luego de enraizadas, antes de trasplantarlas al vivero, donde el ambiente es más seco que en el umbráculo, las estacas deben aclimatarse, para cubrir las necesidades

FOTO 24.  
PLANTAS PROPAGADAS  
POR ESTACAS EN PROCESO DE  
ACLIMATACIÓN



## CAPÍTULO IV

FIGURA 24.  
PROPAGADOR DE PLANTAS DE  
CACAO, TIPO LA REUNIÓN



de la transpiración de este nuevo ambiente. Para ello se reduce progresivamente la humedad, abriendo las tapas del propagador gradualmente, aproximadamente 2,5 cm/día durante la primera semana hasta unos 10 cm al octavo día, manteniendo esta altura durante otra semana adicional. Para ello se utilizan reglas de madera con muescas, para ir incrementando la apertura del propagador. Adicionalmente, se recomienda rociar las estacas con un nebulizador, al inicio tres o cuatro veces al día, disminuyendo progresivamente el número de rocíos hasta uno diario.

Luego de 15 días, se elimina la cubierta completamente y se dejan las plantas expuestas al ambiente durante una semana más, antes de llevarlas al vivero.

### *Tipos de estacas*

**Estacas de ramas:** son aquellas de ramificación abierta, muy parecidas a la forma de un abanico, obtenidas de las ramas jóvenes de la plantación. Las plantas resultantes de este tipo de estacas tienen en sus primeros años un sistema radical poco profundo.

**Estacas de chupón:** se obtienen de chupones y tienen la tendencia a ramificarse en forma parecida a la de un árbol de semilla. Su sistema radical tiene buen anclaje.

### *Procedimiento para la obtención de estacas*

1. Las ramas y/o chupones a utilizar deben estar desprovistos de flores, tener un grosor mínimo de medio cm de diámetro con el color de la corteza café claro.
2. Las hojas deben tener un color verde intenso y estar libres de daños por plagas o enfermedades.
3. Una vez seleccionado el material en cada árbol, los cortes de estacas deben realizarse muy temprano en la mañana, cubriendo el material con sacos húmedos para que no se deshidraten.

### *Preparación y siembra del material*

1. Las ramas y/o chupones se mantienen en un recipiente con agua y se les elimina con tijeras la mitad o un tercio de las hojas.
2. De acuerdo con la abundancia del material, las estacas pueden tener de dos a seis hojas.

FOTO 25.  
PLANTA DE CACAO DE ALTA  
PRODUCCIÓN, PROPAGADA  
POR ESTACAS



## CAPÍTULO IV



FIGURA 25.  
DEMOSTRACIÓN DE UN ACODO



FOTO 26.  
PLANTITA DE CACAO PROPAGADA  
IN VITRO

3. Para facilitar la siembra de las estacas es necesario eliminar las hojas más cercanas a la base e inmediatamente se sumergen en una solución de fungicida como Dithane M-45 (Mancozeb) 2 g/l por 5 minutos.

4. Luego, con una navaja bien afilada se hará un corte recto en la base de la estaca y se le aplicará superficialmente un estimulante del crecimiento de las raíces (Rootone, Hormodín, entre otros).

5. Se sembrarán en bolsas y se colocarán en los propagadores aplicándoles un riego fino (Foto 25).

### ***Cuidados de las estacas durante su permanencia en el propagador***

1) Se recomienda aplicar, una o dos veces durante el período de propagación, una aspersión foliar de urea o fosfato diamónico al 0,5 por ciento.

2) Si se presentan plagas, se pueden asperjar con Cebicid (Carbaryl) 2 g/l, y en caso de enfermedades, pueden aplicarse fungicidas como Dithane M-45 (Mancozeb) 2 g/l o Cobre Sandoz o Cupravit, a razón de 5 g/l. Adicionalmente es necesario realizar el control manual de malezas.

3) Los riegos deben ser frecuentes, para evitar que se marchite el material vegetal, utilizando para ello una fuente de agua sin contaminantes calcáreos o salinos.

### ***Trasplante definitivo***

Para llevar las plantas al sitio definitivo de siembra, deben tener por lo menos un brote leñoso. Luego de eliminar la bolsa plástica la siembra se realiza en un hoyo de 50 x 50 x 50 cm. El trasplante se realiza en época lluviosa, después de seis meses de la siembra del sombrío temporal. Algunos productores aplican una poda de las yemas terminales de los brotes, con el fin de estimular la ramificación lateral.

### ***Propagación por acodo***

Es otro tipo de multiplicación vegetativa, consistente en el anillamiento cortical de ramas de 1 a 3 cm de diámetro, los anillos se cubren con un material inerte como musgo o aserrín y se envuelve en plástico, amarrado a ambos lados de la rama. Cuando las raíces emergen se corta la rama de la planta madre, luego se poda y se coloca en pots con el medio de crecimiento adecuado. Cuando la planta ha brotado, se procede a la siembra en el campo (Figura 25).

### ***Propagación in vitro***

Este tipo de propagación se basa en la aplicación de técnicas de cultivo de tejidos: meristemos, anteras, callos, lográndose multiplicaciones masivas de plantas idénticas a la planta madre, manteniendo las cualidades superiores de resistencia a problemas bióticos, alta calidad y alta productividad.

Requiere personal técnico y obrero entrenado, así como laboratorios y salas de crecimiento bien equipadas (Foto 26).

CAPÍTULO V

## LABORES DE MANTENIMIENTO



Una vez que el cacaotal se ha establecido, requiere de la aplicación de un conjunto de prácticas y labores orientadas a facilitar su crecimiento y maximizar la producción. Estas prácticas incluyen el control de malezas, la construcción de la red de drenaje, del sistema de riego (si es necesario), el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la poda de las plantas y el control de enfermedades y plagas.

### LAS MALEZAS EN CACAO

Desde el punto de vista práctico, al igual que sucede en cualquier sistema de producción agrícola, es virtualmente imposible que una plantación de cacao se desarrolle libre de malezas, ya que el hábitat de este sistema de producción resulta invariablemente sometido a los pasos de la sucesión ecológica que tiende a alcanzar un equilibrio entre plantas primarias e invasoras secundarias y terciarias. El manejo tecnificado puede detener el proceso de sucesión a los niveles primarios, pero será necesario contar con una gama variada de prácticas a lo largo del cultivo, porque las que suprimen un tipo de flora crean y estimulan el nacimiento de otras, especialmente si se trata de controlarlas mediante el uso de productos químicos como los herbicidas. Por esta razón, la meta de control de malezas debe basarse en un conjunto de técnicas y métodos que, en forma combinada, permitan a lo largo del tiempo restringir el crecimiento y multiplicación de las malezas (REYES, CAPRILES DE R. Y MARTINSKY, 1981).

### TIPOS DE MALEZAS

De acuerdo con el sitio donde se desarrollan, pueden clasificarse en malezas del suelo y malezas de la planta, y, a su vez, estas últimas pueden ser epifitas, parásitas y trepadoras (REYES, 1970).

#### **Malezas del suelo**

Sobre las plantas de cacao pueden desarrollarse diversos tipos de malezas, a las cuales en muchos casos se les considera más dañinas que las malezas de suelo porque además de competir por nutrimentos, luz y agua ocasionan trastornos a las plantas y su control es delicado por lo que resulta más oneroso. Entre ellas se encuentran variadas especies que conforman un complejo epifítico-parasítico sobre el cacao y su sombrío.

Bajo condiciones de alta humedad y sombrío, mal manejo y sobre todo en plantaciones muy viejas, las malezas arbóreas conforman un escenario donde recubren el tallo y las ramas, trayendo como consecuencia la disminución de la transpiración, la fotosíntesis, la brotación y la fructificación, además de ocasionar daños mecánicos, dificultar las labores de manejo y constituir reservorios de plagas y enfermedades.

## CAPÍTULO V

FOTO 27.  
PLANTA BROMELIACEA  
CRECIENDO SOBRE PLANTA  
DE CACAO.

A la derecha: FOTO 28.  
MALEZAS  
EN PLANTACIONES JÓVENES.



Los grupos más frecuentes en cacaotales son:

**Epifitas:** agrupan las especies que utilizan las plantas de cacao como soporte y no para su nutrición, son muy dañinas porque bloquean las áreas de brotación y fructificación, entre ellas las más comunes pertenecen a las *Bryophytas*, *Muscineas*, *Hepaticas* y *Tracheophytas*, dentro de ellas las familias *Pitiaceae*, *Sphachnaceae* y *Nematthiaceae*, los líquenes conformados por el grupo de ascolíquenes representados por las familias *Stictaceae*, *Cladionaceae*, *Parmaliaceae*, *Pannariaceae* y *Usneaceae*, algunas *Araceas* y *Piperaceas*, y las *Bromelias* de los géneros *Aechmea*, *Haenbergia*, *Guzmanias* y *Tillandsia*, esta última causa severos daños mecánicos en plantaciones mal sombreadas a causa de su gran desarrollo que provoca la ruptura de las ramas (Foto 27). Algunas bromelias son benéficas al cultivo porque actúan como sitios de reproducción y cría de las mosquitas polinizadoras del cacao del género *Forcypomyia*, aunque también constituyen riesgos potenciales a la salud pública porque en ellas se reproducen los género *Anopheles* y *Haemagogus* transmisores respectivamente del paludismo y fiebre amarillas en monos. Otras especies son mirmecófilas.

**Hemiepifitas:** reúne especies que germinan y pasan su primer desarrollo sobre las plantas de cacao, pero luego emiten su sistema radical en el suelo y se nutren independientemente de la planta de cacao, sus daños se deben a que con su desarrollo frondoso ocupan los sitios de fructificación y producción de la planta, dificultan las labores de manejo y aumentan los costos de limpia del cacaotal, las más frecuentes son: *Lianas*, *Peperomias*, *Anthurium*, *Passiflora*, *Ipomea* y *Monstera*.

**Hemiparásitas:** son especies que se nutren de la savia del cacaotero compitiendo por sus nutrimentos y perjudicando su desarrollo, varias Lorantáceas son comunes en cacaotales como la *Orythanthus alveolatus* y *Phthyrusa* sp. (guatepajarito) las cuales constituyen un severo problema al cubrir el follaje de las plantas de cacao e impidiendo su fotosíntesis y aprovechándose de sus nutrientes. Su frecuencia es muy alta en plantaciones del Oriente de país.

**Trepadoras:** no son tan abundantes como las epifitas y sus daños son meno-

res, pueden llegar a causar grandes problemas al dificultar las labores de manejo de las cosechas, están representadas por especies de los géneros *Ipomoeae*, *Passiflora* y *Anthurium* spp.

Los productores, conscientes de esos daños, aplican controles mecánicos manuales, con machete o desgarretaderas, o frotando el tronco y las ramas con sacos de sisal húmedos e impregnados con sales. En la mayoría de los casos esos métodos son dañinos al cultivo porque lesionan los sitios de fructificación. El control químico sólo ha sido exitoso para el caso de musgos y líquenes, con fungicidas basados en cobre. Lo ideal es mejorar las condiciones de manejo de las plantaciones (Foto 28).

**DINÁMICA DE LAS MALEZAS  
EN LAS PLANTACIONES DE CACAO**

La población de malezas en los cacaotales es un factor muy dinámico; varía conforme se van cumpliendo las diferentes etapas de una plantación, desde su siembra hasta el estado adulto. Esta dinámica está relacionada directamente con la luminosidad que recibe el cacaotal, existiendo especies que crecen óptimamente con altas intensidades de luz, como es el caso de las gramíneas y otras que sólo crecen bajo débil luminosidad donde predominan las malezas de hoja ancha. En condiciones intermedias se observa una etapa de transición de gramíneas a hoja ancha (REYES, CAPRILES DE R. Y MARTINSKY, 1981).

CUADRO 11. FRECUENCIA DE MALEZAS COMUNES  
EN PLANTACIONES DE CACAO EN BARLOVENTO, ESTADO MIRANDA

| Edad de plantación:<br>Malezas predominantes   | Zona seca |       | Zona húmeda |       |
|--|-----------|-------|-------------|-------|
|  | Joven     | Vieja | Joven       | Vieja |
| Gamelote ( <i>Paspalum peniculatum</i> )       | ++++      | -     | ++++        | -     |
| Cundeamor ( <i>Momordica charantia</i> )       | +++       | -     | ++          | -     |
| Hierba meona ( <i>Euphorbia luterophylla</i> ) | ++        | -     | ++          | -     |
| Escoba ( <i>Syda</i> sp.)                      | +++       | -     | +           | -     |
| Paja de zorro ( <i>Setaria geniculata</i> )    | +++       | -     | -           | -     |
| Hierba pará ( <i>Panicum purpurascens</i> )    | -         | -     | +++         | -     |
| Cortadora ( <i>Cleria stiplaris</i> )          | -         | -     | ++          | -     |
| Té hacendero ( <i>Alternanthera</i> spp.)      | ++        | -     | +++         | -     |
| Guasnana ( <i>Heliconia caribae</i> )          | ++        | +++   | +++         | ++++  |
| Guaritoto ( <i>Urera baccifera</i> )           | +         | ++++  | ++          | ++++  |
| Piragua ( <i>Anthurium scandens</i> )          | -         | ++    | -           | ++++  |
| Cordoncillo ( <i>Piper</i> spp.)               | +         | +     | +++         | ++++  |
| Güere güere                                    | +         | +++   | ++          | ++++  |
| Helecho ( <i>Dryopteris sprengelli</i> )       | -         | -     | +++         | -     |
| Casupo ( <i>Calanthe</i> spp.)                 | ++        | ++    | ++          | -     |
| Coralito ( <i>Amelia patens</i> )              | +         | +++   | +++         | +++   |

FUENTE: REYES (1964).

Las especies de malezas más comunes en los cacaotales, de acuerdo con su etapa de desarrollo, se mencionan a continuación.

FOTO 29.  
MALEZAS EN PLANTACIONES  
VIEJAS DE CACAO (GUARITOTE)



FOTO 30.  
MALEZAS  
EN PLANTACIONES VIEJAS DE  
CACAO (OCUMILLO)

FOTO 31.  
MALEZAS  
EN PLANTACIONES VIEJAS  
DE CACAO  
(CORDONCILLO Y RIQUI-RIQUI)



**Plantaciones recientes:** con sombra de musáceas, el 95% de malezas son gramíneas anuales y perennes como gamelote, paja pará y barbacoa.

**Plantaciones jóvenes de tres a ocho años de edad:** con sombra temporal de musáceas: té hacendero, lamento, barbacoa, y sin sombra temporal: té hacendero, coralito y pocas gramíneas.

**Plantaciones de diez años o más:** con sombra permanente de gran desarrollo y muy poca luminosidad dentro del cacaotal, donde se presentan malezas de hoja ancha, semileñosas, predominando guasnana, guaritoto, jala pa'tras o malezas de constitución leñosa, con cepas muy arraigadas como cordoncillo o coralito.

En la región de Barlovento se determinó la frecuencia de malezas comunes en las zonas seca y húmeda y en plantaciones jóvenes y viejas, resultando la información que se presenta en el Cuadro 11.

### EL CONTROL DE MALEZAS EN LOS CACAOTALES

La presencia de la diversidad de malezas anuales, bienales y perennes, con distintos períodos de germinación y con ciclos de vida diferentes, requiere de un enfoque de manejo con sistemas integrados que incluyen métodos culturales, mecánicos, biológicos, ecológicos y químicos. Adicionalmente, los niveles de precipitación y luminosidad en la zona y el tipo de maleza predominante influyen en la intensidad y efectividad de los métodos de control utilizados. En caso de aplicar herbicidas es necesario conocer su modo de acción y especificidad a fin de seleccionar los más adecuados, sin olvidar que el uso continuo de algunos de ellos puede crear resistencia por parte del complejo de malezas presentes. Igualmente, se requiere de esfuerzos de mejoramiento genético de los cultivares de cacao, buscando un mayor y precoz desarrollo que las capacite para competir con las malezas en el menor tiempo posible combinando con distancias de siembras reducidas.

#### Uso de coberturas

Uno de los métodos utilizados en cacaotales es la implantación de cultivos de cobertura, los cuales, además de proteger el suelo del efecto erosivo de las abundantes lluvias, ayudan a mantener la estructura del suelo, aportan materia orgánica y extraen y reciclan elementos nutritivos de las capas más profundas del suelo. Sin embargo, algunos autores consideran que la cobertura compite con el cultivo por el agua escasa en la época seca y por nutrientes durante las etapas críticas de desarrollo de las plantas de cacao. Las experiencias realizadas en Caucagua durante las décadas de los 60 y 70 indican la posibilidad de utilizar algunas especies de malezas de hoja ancha como el guaritoto, cordoncillo, jala pa'tras, guasnana, coralito y piragua, las cuales pueden aprovecharse como coberturas durante la época lluviosa y ser tratadas con herbicidas de traslocación durante la época seca, quedando una capa de tejido vegetal en descomposición que actúa como un mulch que impide la pérdida de humedad y el desarrollo de otras malezas invasoras. Otra opción es el establecimiento de una cobertura de cucarachita (*Zebrina pendula*) considerada como la maleza noble del cacao.



FOTO 32.  
CONTROL MECÁNICO  
DE MALEZAS EN PLANTACIONES  
JÓVENES

Derecha: FOTO 33.  
CONTROL MECÁNICO  
DE MALEZAS EN PLANTACIONES  
VIEJAS



### **Manejo de la densidad de siembra y del sombrío**

Las experiencias de Reyes, (*et al.* 1977) en Caucagua, determinaron que el uso de distancias cortas (2 x 2 m) permite que luego de tres años y medio de sembradas las plantas de cacao cierren su follaje por completo, contribuyendo así al aumento del índice foliar de las plantas y a su vez a la poca proliferación de malezas debido a la falta de luz, creándose un microclima que favorece la formación de una capa vegetal de reciclaje de nutrientes en el sistema productivo y de protección al suelo.

### **Control manual**

Constituye una de las labores más exigentes para el hombre que trabaja como obrero de campo en plantaciones de cacao, por el esfuerzo físico requerido bajo las condiciones climáticas que imperan en el cacaotal. Actualmente es difícil conseguir mano de obra eficiente para desempeñar esta labor, siendo cada vez más onerosa y escasa. En las pequeñas plantaciones el propio productor realiza esta labor, apoyado por su grupo familiar realiza el control de malezas.

### **Control mecánico**

El control mecánico de malezas en cacaotales no es una práctica común, pero se han realizado experiencias en plantaciones modernas, con infraestructura vial, donde algunas labores se pueden realizar mecánicamente. En plantaciones recientemente establecidas en áreas planas, donde no hay excesivas lluvias, es posible mecanizar el control de malezas, de enfermedades y plagas y las labores de cosecha utilizando tractores pequeños y asperjadoras acopladas, siempre y cuando se realice la planificación estratégica y táctica de organización y apoyo para asegurar alta eficiencia (Fotos 32 y 33).

### **Control químico**

De acuerdo con la etapa de desarrollo del cultivo, las recomendaciones para el control químico de malezas se pueden resumir de la manera presentada en el Cuadro N° 12 (REYES, 1970; REYES, CAPRILES DE R. Y MARTINSKY, 1981).

Es importante señalar que estas recomendaciones no son rígidas y, de acuerdo

con las circunstancias específicas (clima, suelo, tipo de maleza), variarán los productos, sus dosis y el número de aplicaciones requeridas, las cuales disminuyen en la medida que las plantas de cacao se desarrollan y evitan el paso de luz.

***Aplicación de herbicidas con equipos de aspersión que controlan el tamaño de gota (ultra bajo volumen)***

El método convencional de aspersión de herbicidas consiste en la distribución de soluciones, suspensiones o emulsiones, mediante el empleo de energía hidráulica. Normalmente es necesario utilizar grandes cantidades de agua para asegurar una cobertura uniforme, evitando el inconveniente de que se emitan gotas de tamaños muy variados, que fluctúan entre 3 y 500 micrones de diámetro, porque gran cantidad de estas gotas son muy pequeñas (85%) y están sujetas a evaporación y arrastre por el viento, mientras que cerca de 8% son grandes y contienen la mayor parte del herbicida de la mezcla. Cuando se aplican herbicidas sistémicos, estas gotas –debido a su tamaño– pueden escurrirse fácilmente sobre la superficie foliar, llegando finalmente al suelo, donde el herbicida no podrá ejercer su acción sistémica.

CUADRO 12. PRODUCTOS Y DOSIS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CACAOTALES, DE ACUERDO CON LA EDAD DE LA PLANTACIÓN

| Etapa de desarrollo                                 | Producto (s)  | Dosis  | Tiempo de control (semanas) |
|---|---|--|-----------------------------|
| Plantaciones recientes                              | Gramoxone<br>+ Atrazín  | 2 Lts<br>2 kgs                                 | 12                          |
| Plantaciones jóvenes<br>(con sombra de musáceas)    | Paraquat<br>+ Atrazín<br>o Hierbatox<br>o Roundup                   | 2 Lts<br>2 kgs<br>2 kgs<br>0,75 Lts            | 12-20                       |
| Plantaciones jóvenes<br>(sin sombra de musáceas)    | Roundup<br>+ 2,4 D amina<br>Atrazín<br>+ 2,4 D amina                | 0,75 Lts<br>4 Lts<br>4 kgs<br>4 Lts            | 16-24                       |
| Plantaciones viejas<br>(sólo con sombra permanente) | 2,4 D amina<br>Roundup<br>+ 2,4 D amina<br>Atrazín<br>+ 2,4 D amina | 6 Lts<br>0,75 Lts<br>3 Lts<br>1,5 Kgs<br>3 Lts | 24-36                       |

Existen equipos con tecnología y diseño orientados a mejorar la eficiencia de la aspersión, que controlan el tamaño de la gota (TGC), basados en los principios y uso de la fuerza centrífuga para producir gotas de tamaño uniforme, cuyo diámetro será inversamente proporcional a la velocidad de rotación del atomizador. La velocidad de rotación del atomizador y el flujo determinan el gasto del equipo. El flujo es controlado por el tamaño del orificio regulador de salida.

La solución (emulsión o suspensión) herbicida llega por gravedad al orificio regulador de la salida, donde al entrar en contacto con el cono exterior rotativo se

## CAPÍTULO V



FOTO 34.

ASPERSIÓN CON EQUIPO DE ULTRA BAJO VOLUMEN.

atomiza en pequeñas gotas de tamaño uniforme. En las experiencias conducidas en Venezuela (REYES, PÉREZ Y ROJAS, 1984), se utilizó un equipo marca Herbi (Micrón), aspersor eléctrico y manual de poco peso, operado con ocho baterías tipo D de 1,5 voltios cada una. Con este equipo se logran gotas uniformes de 250 micras de diámetro y se cubre un área de 1,2 m de ancho. El equipo tiene tres boquillas: azul, amarilla y roja para diferentes gastos: 10, 13 y 20 l/ha, respectivamente. El tiempo de aplicación es muy similar para las tres boquillas, pero la boquilla roja, con mayor gasto tardó 40 minutos más que las otras boquillas para cubrir una hectárea.

Cuando comparamos lo relacionado con el tiempo para cubrir 1 ha, se observa:

| Equipo  | Tiempo                 | Vol. de líquido/ha |
|---|------------------------|--------------------|
| Asperjadora de espalda a mano<br>12 lt. de capacidad                | 16 horas (2 jornales)  | 360 lt.            |
| Asperjadora de tamaño de gota<br>controlada<br>2,5 lt. de capacidad | (1/8 jornal)<br>1 hora | 20 lt.             |

Esta experiencia demuestra la mayor eficiencia de las asperjadoras de TGC, tanto en tiempo de aplicación como en volumen de líquido requerido. Adicionalmente son más versátiles para su manejo en áreas de topografía accidentada o muy alejada. Sólo requieren de un sistema de baterías que pueden operar cuatro días sin recargar.

Se concluye que este equipo de aspersión es ideal para trabajar en fincas cacaoteras pequeñas, donde los productores podrían utilizarlas eficientemente con un pequeño entrenamiento. La única limitación es que sólo funciona con herbicidas líquidos. A continuación, en el Cuadro 13, se señalan los productos y dosificaciones utilizables con este sistema de ultra bajo volumen (Foto 34).

CUADRO 13. PRODUCTOS Y DOSIFICACIONES UTILIZADAS CON EQUIPOS TGC (ULTRA BAJO VOLUMEN)

| Malezas                          | Producto (s)         | Dosis (l/ha) |
|----------------------------------|----------------------|--------------|
| Gramíneas y hoja ancha           | Agua                 | 10           |
|                                  | + Ametrina           | 7            |
|                                  | o Drexel Diuron      | 4            |
|                                  | + 2,4 D amina 500 SC | 3            |
| Hojas anchas anuales             | 2,4 D amina          | 4            |
|                                  | + Agua               | 4            |
| Gramíneas y hojas anchas anuales | Drexel Diurón        | 4            |
|                                  | + Agua               | 11           |

CUADRO 14. LISTA DE MALEZAS ENCONTRADAS EN LOS CACAOTALES DE LA REGIÓN BARLOVENTEÑA.

| Nombre vulgar    | Nombre científico            | Familia       |
|------------------|------------------------------|---------------|
| Amor             | <i>Esmanthus ulsgatus</i>    |               |
| Añil             | <i>Indigofera</i> sp.        | Leguminosae   |
| Arnica           | <i>Tithonia diversiflora</i> |               |
| Adormidera       | <i>Mimosa</i> sp.            | Leguminosae   |
| Adormidera macho | <i>Phyllanthus</i> spp.      | Euphorbiaceae |

## CAPÍTULO V

| Nombre vulgar                   | Nombre científico                | Familia         |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Ají putica                      | <i>Capsicum</i> sp.              | Solanaceae      |
| Barbacoa                        | <i>Axonopus compressus</i>       | Gramineae       |
| Barbaco playero                 | <i>Euphorbia</i> spp.            | Euphorbiaceae   |
| Batatillo                       | <i>Ipomoea</i> spp.              | Convolvulaceae  |
| Boquera                         | <i>Euphorbia</i> spp.            | Euphorbiaceae   |
| Borrajón                        | <i>Heliotropium indicum</i> (L.) | Boraginaceae    |
| Brusquillo                      | <i>Casia emarginata</i>          | Leguminosae     |
| Cadillo bombita                 | <i>Priva lappulaceae</i>         | Verbenaceae     |
| Cadillo dientón                 | <i>Cenchrus</i> sp.              | Gramineae       |
| Cadillo mulero                  | <i>Triumfetta</i> spp.           | Tiliaceae       |
| Caña de la India                | <i>Costus</i> spp.               | Zingiberaceae   |
| Cariaquito morado               | <i>Lantana trifolia</i> (L.)     | Verbenaceae     |
| Casupo                          | <i>Calanthea</i> spp.            | Maranthaceae    |
| Chirca                          | <i>Jaquinia revoluta</i>         |                 |
| Clavo de pozo                   | <i>Jussieua</i> spp.             | Cenotheraceae   |
| Cordoncillo                     | <i>Piper</i> spp.                |                 |
| Corocillo                       | <i>Cyperus</i> sp.               | Cyperaceae      |
| Cortadera                       | <i>Celeria stiplaris</i>         | Cyperaceae      |
| Culantro                        | <i>Eryngium</i> spp.             | Umbelliferae    |
| Cundeamor                       | <i>Momordica charantia</i>       | Cucurbitaceae   |
| Escoba                          | <i>Syda</i> sp.                  | Malvaceae       |
| Escobilla                       | <i>Scoparia dulcis</i>           | Scrofulariaceae |
| Espadillo                       | <i>Crotalaria</i> sp.            | Leguminosae     |
| Esponja                         | <i>Infla</i> spp.                |                 |
| Fregosa                         | <i>Capraria biflora</i>          | Scrofulariaceae |
| Gamelote                        | <i>Panicum maximum</i>           | Gramineae       |
| Golondrino                      | <i>Euphorbia</i> spp.            | Euphorbiaceae   |
| Guacharaco macho                | <i>Anisoharis pohanta</i>        | Rubiaceae       |
| Guaco blanco                    | <i>Mikania mieanta</i>           | Compositae      |
| Guaritoto                       | <i>Jatropha urens</i>            | Euphorbiaceae   |
| Hierba de gallina               | <i>Commelina</i> spp.            | Commelinaciae   |
| Hierba meona                    | <i>Euphorbia luterophylla</i>    | Euphorbiaceae   |
| Hierba mora                     | <i>Solanum nigrum</i>            | Solanaceae      |
| Hierba pará                     | <i>Panicum purpurascens</i>      | Gramineae       |
| Jazmín hacendero                | <i>Mirabilis jalapa</i>          | Nyctaginaceae   |
| Lombricera                      | <i>Spigelia anghelma</i>         | Loganiaceae     |
| Mota                            | <i>Hyptis</i> sp.                | Labiatae        |
| Nigua nigua                     | <i>Ipomoea abler</i> (L.)        | Convolvulaceae  |
| Nube                            | <i>Spilantes acymifolia</i>      | Compositae      |
| Paja de zorro o hierba de zorro | <i>Setaria geniculata</i>        | Gramineae       |
| Parcha de culebra               | <i>Passiflora</i> spp.           | Passifloraceae  |
| Pega pega                       | <i>Desmodium</i> spp.            | Leguminosae     |
| Pega pega rastrera              | <i>Desmodium</i> spp.            | Leguminosae     |
| Pica pica                       | <i>Urera</i> spp.                | Euphorbiaceae   |
| Pira blanca                     | <i>Amaranthus viridis</i>        | Amaranthaceae   |
| Pira brava                      | <i>Amaranthus spinosus</i>       | Amaranthaceae   |
| Pira morada                     | <i>Amaranthus</i> spp.           | Amaranthaceae   |
| Piragua                         | <i>Anthurium scandens</i>        |                 |
| Sara sara                       | <i>Melanthera deltoidea</i>      | Compositae      |
| Santa María                     | <i>Pothomorphe peltata</i>       |                 |
| Sapo sarapo                     | <i>Physalis</i> spp.             | Solanaceae      |
| Té hacendero                    | <i>Alternanthera</i> spp.        | Amaranthaceae   |
| Vibora                          | <i>Imperiara brasiliensis</i>    | Gramineae       |
| Zarza hueca                     | <i>Bittneria scabra</i>          | Sterculiaceae   |

## APLICACIÓN DE RIEGO EN CACAO

Venezuela es uno de los pocos países que utilizan, en algunas de sus zonas productoras, riego suplementario para cubrir las necesidades hídricas de las plantaciones de cacao. Específicamente, en la región cacaotera de los valles litorales de Aragua y Carabobo, así como en plantaciones del estado Sucre (Güiria, Irapa y El Pilar), la práctica del riego se considera necesaria para poder alcanzar la producción potencial del cultivo. Sin embargo, durante los últimos 30 años se han presentado conflictos de uso por la utilización de este fundamental recurso, a su vez requerido para cubrir las necesidades de las poblaciones humanas asentadas alrededor de estas regiones productoras.

Las plantaciones cacaoteras tradicionales cultivadas bajo riego fueron ubicadas en las áreas costeras, donde las siembras se establecieron de una manera completamente diferente a las existentes en áreas de alta precipitación. Para sombrero permanente se utilizaban especies como mijao, jobo del río, bucare, cedro y otras plantas que se adaptan muy bien a las condiciones de esta zona de vida (bosque seco tropical), con períodos húmedos menores de ocho meses y donde los primeros cultivadores idearon una infraestructura de canales, bocas y tomas que sirvieron para irrigar el cultivo en forma eficiente.

Estas fueron posiblemente las primeras plantaciones de cultivos permanentes tropicales bajo riego que se crearon en el Nuevo Mundo y durante muchos años constituyeron las únicas plantaciones cultivadas en esta modalidad. En principio usaron para su manejo mano de obra esclava, lo que permitía disponer del recurso humano necesario, para que todas las labores involucradas e integradas en el desarrollo de estas plantaciones pudieran cubrirse eficiente y exitosamente.

Así, durante el período colonial llegaron a fundarse grandes fincas altamente productivas, con tipos de cacao de alta calidad, que marcaron en el mundo de la industria chocolatera la tradición del cacao venezolano de proveer una materia prima fina, de sabor exquisito y fragancia acentuada.

Posteriormente, los problemas de aparición de enfermedades muy severas, la escasez y alto costo de la mano de obra, el agotamiento de las fuentes de agua, la baja productividad y las fluctuaciones de precios que caracterizan la materia prima cacao, han provocado el actual cuadro de abandono de lo que en otra época fueron prósperas plantaciones de cacao. Este sistema, bajo riego, podría volver a ser exitoso, si se implementara bajo los nuevos patrones de tecnologías modernas que hoy existen, aplicando entre otras: la siembra de cultivos asociados de plantas comerciales productivas y rentables combinadas con variedades o cultivares de cacao de alta productividad, técnicas y métodos de riego eficientes y oportunos; adopción de nuevas prácticas de mecanización, aplicación de las tecnologías de post-cosecha mercadeo que valore la calidad y por ende maximice el precio de la materia prima, todo lo cual crearía los pilares fundamentales para cambiar totalmente la situación actual de las áreas cultivadas bajo riego que hoy sólo constituyen relatos históricos de lo que fueron con anterioridad.

### REQUERIMIENTOS DE RIEGO EN CACAOTALES

El cacao es una planta muy sensible a los déficit de humedad, por lo que, en aquellas zonas en las que las precipitaciones anuales sean inferiores a los 1.500 mm, deberá emplearse el riego para completar los requerimientos hídricos del cultivo. De otra parte, el cultivo es muy susceptible al aguachinamiento o exceso de humedad. En aquellas zonas con precipitaciones superiores a los 3.000 mm anuales, se deberá planificar el drenaje de los suelos, sobre todo si presentan problemas para la infiltración o percolación, con el fin de mantener en ellos la aireación necesaria para la respiración y desarrollo de las raíces (WOOD Y LASS, 1985).

En relación con los requerimientos hídricos, tal y como se señaló en el Capítulo II, lo importante es que las precipitaciones sean bien distribuidas durante todo el año para cubrir las pérdidas de agua por evaporación desde la capa superficial del suelo y por transpiración a través de la planta. Los períodos de sequía superiores a los tres meses pueden causar una disminución severa de actividades vitales de la planta, ocasionando caída de las hojas, secamiento de los tallos y merma en la fructificación y en la producción.

Por otra parte, la definición de rangos apropiados de precipitación tan sólo da una idea general sobre su capacidad para satisfacer los requerimientos hídricos del cacao, ya que en este cultivo como en otros la satisfacción de tales requerimientos depende de una gran variedad de factores, pudiendo citarse entre ellos el clima, la planta, el suelo y la densidad de siembra de los sombríos (Foto 35).

#### Factores que determinan la necesidad de riego

*El clima:* los parámetros de radiación, temperatura, humedad relativa y los vien-

FOTO 35.  
CACAO BAJO RIEGO  
EN OCUMARE DE LA COSTA



tos, determinan el poder de evapotranspiración del ambiente que rodea al cultivo. En líneas generales, mientras mayor sea la radiación y la temperatura y menor sea la humedad relativa del aire, mayor será el requerimiento de humedad. El viento es un factor que puede contribuir con el aumento de este requerimiento, al sustituir las capas de aire que rodean al cultivo por otras más secas y de mayor temperatura. Las plantas, por su parte, a través de condiciones fisiológicas propias, pueden ejercer cierto control sobre el consumo de agua a través de la apertura y cierre estomático.

*El suelo:* por medio de su capacidad de almacenamiento de agua, determina el mayor o menor aprovechamiento de las precipitaciones; es decir, la cantidad de ellas que puede ser almacenada en determinado momento en la zona radical del suelo, para su posterior aprovechamiento por parte del cultivo. Mientras mayor sea la capacidad de almacenamiento del suelo, mayor será la fracción de precipitación almacenada y aprovechada (ORCHARD ET AL., 1985).

*La sombra:* normalmente utilizada en este cultivo, puede limitar o amortiguar el efecto de algunos parámetros climáticos sobre el consumo de agua, como son: la radiación, temperatura y los vientos.

### **Determinación de los requerimientos de riego**

Es evidente entonces, la necesidad de considerar los factores anteriores, conjuntamente con la precipitación, para establecer con mayor precisión la suficiencia de ésta, para el desarrollo del cultivo cacao en una determinada zona. El procedimiento que relaciona todos esos elementos se denomina **balance hídrico** del suelo y consiste, como su nombre lo indica, en efectuar el balance entre los aportes naturales de agua o precipitaciones, el consumo de la misma por parte del cultivo o evapotranspiración del cultivo, y el suelo que tiene una determinada capacidad de almacenamiento de agua. Para un período dado, cuando la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración supere el valor de la precipitación, más la cantidad de agua almacenada en el suelo, se producirán déficit, que pueden ser apreciables, por lo que deberán ser suplidos por medio de riego.

Por supuesto, la precisión en el cálculo de los requerimientos de riego y drenaje de una zona determinada, a través del balance hídrico del suelo dependerá grandemente de la veracidad de los datos del clima, suelo y cultivo utilizados; es decir, de lo aproximado a la realidad que sean los citados datos.

De esta manera se pueden predecir los períodos del año en los que se producirán déficit de agua y la magnitud de éstos. Es decir, se puede establecer la duración de la temporada de sequía o de riego y las demandas de riego correspondientes. De igual manera, es posible definir lo propio para los períodos de exceso de agua.

Una estimación de la evapotranspiración del cacao (ETC), puede obtenerse a través del procedimiento propuesto por la FAO (GRASSI, 1968) que establece la fórmula siguiente:

$$ETC = E_{to} * K_c.$$

Donde:

ETC: evapotranspiración del cultivo en mm/día para un período determinado.

Eto: evapotranspiración de referencia, calculada sobre la base de parámetros climáticos como evaporación, temperatura, humedad relativa y vientos, en mm/día para un período determinado.

Kc: factor de cultivo que depende de las características del cultivo, clima y prácticas culturales. Para el cacao se ha determinado que este factor oscila entre 0,95 y 1,10.

Por otra parte, la capacidad de almacenamiento útil en el suelo, o lámina neta a reponer en cada riego, se puede calcular mediante la expresión:

$$(Lr) n = (\% W_{cc} - \% W_{pmp}) / 100 * D_a * Z'_r * C_a.$$

Donde:

% W<sub>cc</sub>: contenido de humedad en el suelo a capacidad de campo (%).

% W<sub>pmp</sub>: contenido de humedad en el suelo al punto de marchitez permanente (%).

(% W<sub>cc</sub> - % W<sub>pmp</sub>): rango de humedad aprovechable en el suelo.

D<sub>a</sub>: densidad aparente del suelo (adimensional, por estar dividida entre la densidad de agua, aproximadamente 1 g/cm<sup>3</sup>)

Z'<sub>r</sub> : profundidad radical equivalente a m, cm, o mm.

C<sub>a</sub>: coeficiente de agotamiento del agua aprovechable del suelo.

Debido a que en el cacao las raíces se desarrollan en su mayoría (80%) en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, la profundidad radical del cacao (Z<sub>r</sub> = 1,50 m), para los efectos del cálculo de la lámina neta de riego, debería ser transformada en una profundidad equivalente (Z'<sub>r</sub>) cuyo valor aproximado será:

$$Z'_r = Z_r * 0,20$$

Así mismo, para el cacao se ha indicado que el agua contenida en el suelo alcanza frecuentemente valores inferiores a 2/3 del total de agua aprovechable, el crecimiento de la planta se reduce, deteniéndose totalmente cuando el contenido de agua del suelo se mantiene durante períodos prolongados, por debajo de 1/3 del total de agua aprovechable. En virtud de ello se recomienda utilizar como coeficiente de agotamiento (C<sub>a</sub>) un valor máximo de 65% (0,65).

Definida la necesidad de riego en una zona determinada, es conveniente estudiar su factibilidad técnica y económica. En este sentido es necesario, por una parte, cuantificar los valores de láminas netas y brutas de riego a aplicar y el intervalo o frecuencia de los riegos, así como también los caudales a derivar, ubicación y evaluación de las fuentes de agua disponibles, tipos y características de los suelos, pendientes y condiciones de relieve y mano de obra disponible.

Por otra parte, es necesario determinar si la aplicación de riego, práctica costosa, generará una producción adicional que compense los costos derivados de ella y aun produzca beneficios adicionales, de tal forma que la producción sea rentable.

### MÉTODOS DE RIEGO

Determinada la factibilidad técnica y económica del riego, es necesario seleccionar el método de aplicación o método de riego, el cual dependerá de las carac-

terísticas del suelo, principalmente su textura, pendientes, uniformidad del relieve superficial, cantidad de agua disponible, condiciones climáticas como vientos, temperaturas, humedad relativa y evaporación, mano de obra disponible y recursos financieros.

Entre los métodos posibles a utilizar en las plantaciones de cacao se tiene:

A. Métodos superficiales:

1. Inundación:

Desbordamiento.

Melgas en curvas de nivel.

2. Surcos en curvas de nivel.

B. Métodos presurizados:

1. Aspersión.

2. Localizados: goteos, difusión o miniaspersión.

### **Desbordamiento**

Este ha sido uno de los métodos utilizados en Venezuela para el riego del cacao. Consiste en construir zanjas o canales, siguiendo las curvas del nivel del terreno, con un espaciado vertical de aproximadamente 2 m. La distancia entre zanjas consecutivas dependerá entonces de la pendiente del terreno; mientras mayor sea ésta, menor será el espaciado entre zanjas.

Colocando una retención en la sección transversal de la zanja, se procede a derivar el agua hacia el área a regar, bien sea vertiéndola sobre la berma de la zanja, o bien rompiendo dicha berma en ciertos puntos, para que el agua salga a través de esas aberturas.

Actualmente el método ha entrado en desuso, debido primordialmente a que demanda grandes caudales, posee baja eficiencia de aplicación y puede producir erosión de los suelos, particularmente si las pendientes del terreno son elevadas y los suelos poco cohesivos. Este es el caso de las áreas costeras de los estados Aragua y Carabobo.

### **Melgas en curvas de nivel**

Este método puede utilizarse para el riego de cacao en terrenos con pendientes suaves, entre 0,2 y 0,3 %, y de relieve más o menos regular. Consiste en construir bermas o camellones de aproximadamente 30 a 40 cm de altura, siguiendo las curvas de nivel del terreno, terminando de cerrar el área de la melga con camellones rectos, trazados en el sentido de la pendiente. Las dimensiones apropiadas de estas melgas están en el orden de los 25 a 30 metros de largo y de 6 a 9 m de ancho, dependiendo, por supuesto, de la pendiente del terreno, de la textura y permeabilidad del suelo y del caudal disponible. El método tiene una buena eficiencia de aplicación, requiere de medianos a altos caudales y mediana a alta cantidad de mano de obra.

### **Surcos en curvas de nivel**

Consiste en aplicar el agua a través de pequeños canales que siguen aproxi-

madamente las curvas de nivel del terreno, ya que deben ser construidos con pendientes de 0,2 a 0,3% para que el agua se movilice adecuadamente a lo largo de ellos. Puede usarse sin mayores inconvenientes en terrenos con pendientes hasta de 8%. En pendientes mayores ocurren frecuentemente rupturas en los camellones con las consiguientes pérdidas de agua y la erosión de los suelos. En cacao estos surcos pueden asociarse con tazones o platones alrededor de cada árbol, los que se llenarán a partir de los surcos, con el volumen de agua que corresponde a cada riego.

Este método requiere bajos caudales, mediana a alta cantidad de mano de obra y posee una eficiencia de aplicación aceptable.

### **Aspersión**

Otro de los métodos posibles de utilizar para el riego de este cultivo es el de la aspersión con sus diferentes variantes. En general, consiste en aplicar el agua simulando lluvia natural, forzando el agua a presión a través de boquillas o aberturas colocadas en emisores denominados aspersores o rociadores. Existen muy pocas limitaciones de suelos, cultivos y pendientes de terreno para el uso de este método de riego. Posee una buena eficiencia de aplicación, tiene requerimientos de mano de obra entre moderados y bajos, y permite un manejo relativamente fácil de la actividad de riego. En contraposición, tiene un elevado costo inicial, posee altos requerimientos de energía, y en zonas de alta humedad relativa puede propiciar el desarrollo de enfermedades fungosas.

Entre las variantes de este método, está la aspersión subarbórea, realizada mediante cañones, colocados debajo de la copa de los árboles de sombra con equipos autopropulsados, que se mueven de manera continua a medida que aplican el agua. Tal es el caso del sistema de riego utilizado en el Campo Experimental Ocu-mare de la Costa.

### **Localizados**

Son métodos de utilización relativamente recientes. Consisten en aplicar agua sólo en la porción del suelo, o parte de ella, ocupada por las raíces del cultivo. Constituye una alternativa apropiada para el riego del cacao, siempre y cuando se diseñen cuidadosa y adecuadamente, es decir, se logre humedecer al menos 50% del área empleada por la planta, se aplique la lámina neta requerida y se garantice la capacidad para reponer el agua al suelo con la misma velocidad en que ella es consumida.

Entre sus variantes están el riego por goteo (KHAN ET AL., 1985) por difusores y miniaspersores. Presentan, en general, una falta de eficiencia de aplicación, baja utilización de mano de obra y sus requerimientos de energía, aunque menores que en aspersión, son superiores a los de los métodos superficiales. Poseen un alto costo inicial y permite la aplicación de fertilizantes y otros agroquímicos conjuntamente con el riego. Sin embargo, por tener características diferentes a los métodos tradicionales, principalmente en relación con el porcentaje de área humedecida y el hecho de

existir poca experiencia en su utilización para el riego del cacao, se recomienda su uso por parte de personal especializado, aunque su potencial para regar cacao es bastante halagador de acuerdo con los resultados de algunos estudios realizados.

En líneas generales no es posible recomendar un método en especial para regar cacao, cada uno de ellos presenta una serie de características, ventajas y desventajas comparativas, que deben ser estudiadas cuidadosamente para seleccionar el que mejor se adapte a las condiciones de la zona con respecto a suelos, pendientes, clima, mano de obra, caudal disponible, posibilidades financieras y rentabilidad del cultivo.

### **Ventajas y desventajas de los diferentes métodos de riego**

#### ***Riego por gravedad***

- Requiere gran volumen de agua.
- Los suelos deben ser permeables y adecuados previamente a la siembra.
- Exige mantenimiento continuo de los surcos, requiriendo mayor cantidad de mano de obra.
- No produce incrementos considerables en la humedad relativa.

#### ***Riego por aspersión***

Por encima del follaje:

- Requiere menos mano de obra.
- Afecta la humedad relativa.
- Controla más exactamente la lámina de riego.
- Es factible la aplicación de fertilizantes y agroquímicos a través del sistema.
- Requiere de equipos de bombeo de gran capacidad (HP).
- Se considera más económico que el riego por goteo.

#### ***Por microaspersión subfoliar (microject)***

- La distribución del agua es más eficiente.
- Es más exigente en el sistema de filtrado, y por lo tanto más costoso.
- Permite dosificar la lámina.
- Puede automatizarse.

#### ***Riego por goteo***

- Requiere alta inversión de capital inicial.
- En suelos pesados, de buena permeabilidad, la distribución del agua es altamente eficiente.
- Mantiene la capa de la rizosfera con un contenido óptimo de humedad.
- Permite dosificar exactamente la lámina de riego.
- Puede automatizarse, no sólo en el control de la lámina, sino también para la fertilización y aplicación de agroquímicos.

### **CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES**

Como se ha señalado anteriormente, cuando existen altas precipitaciones, de 4.000 a 5.000 mm anuales, es necesario eliminar los excedentes de agua, especialmente si los suelos no tienen las condiciones físicas óptimas para desalojar los vo-

## CAPÍTULO V

lúmenes de agua sobrantes de manera rápida, cuando el nivel freático es muy alto. La humedad excesiva en el suelo, sobre todo si se estanca y no percola a través del mismo, crea problemas serios al crecimiento y respiración de las raíces, deteniendo el crecimiento de la plantas y provocando la aparición de síntomas como la marchitez general de la planta, pérdida de hojas y secamiento de los frutos, y creando condiciones propicias para la colonización por patógenos de las raíces y el tronco. El agua estancada en el suelo desaloja el aire de los poros impidiendo el intercambio de gases entre la atmósfera y el suelo, dificultando la respiración y la obtención de la energía necesaria para sus procesos normales de absorción de agua y nutrimentos, provocando la aparición de la denominada **sequía fisiológica**.

Como la temporada de floración y fructificación de la planta coincide con la temporada lluviosa, las plantaciones con malos drenajes seguramente verán mermodos sus rendimientos.

El productor cacaotero debe tener la percepción necesaria para determinar los efectos de malos drenajes sobre sus plantas. La forma más evidente e inmediata es la aparición de síntomas típicos: marchitez, caída de las hojas, secado de los frutos. Los problemas se agravan cuando el nivel freático no aflora, a pesar de estar muy alto y se confunden los síntomas con deficiencias nutricionales, enmascarándose el verdadero problema de deficiencias en la aireación del suelo.

Las propiedades físicas del suelo, textura y estructura determinarán la capacidad de la plantación para drenar rápidamente los excesos de precipitación que puedan ocurrir. Los suelos arenosos, por lo general, no tienen problemas para desalojar los excesos de agua, mientras que los arcillosos retienen rápidamente la humedad y obstruyen la circulación del aire con facilidad. Lo ideal son los suelos con texturas intermedias, mezclas de arena, limo y arcilla, que se agregan óptimamente

FOTO 36. CANALES DE DRENAJE EN PLANTACIÓN DE CACAO EN LA ZONA DE BARLOVENTO.





FOTO 37. AGRICULTOR FERTILIZANDO UNA PLANTA DE CACAO ADULTA.

te y facilitan la circulación de agua y aire, al mismo tiempo que facilitan la retención de humedad. Otro aspecto de importancia es el relieve del terreno, el cual determina los sitios donde deben abrirse zanjas de drenaje, así como la orientación y la profundidad, para desalojar los volúmenes de agua, que se acumulan hacia las madre-viejas o drenajes naturales. Todo ello dependerá del nivel freático existente en la parcela y el espacio del sistema radical que se requiera drenar (Foto 36).

#### MANTENIMIENTO DE LA FERTILIDAD: NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

Las sustancias nutritivas que requieren las plantas para su crecimiento y normal desarrollo, así como para la obtención de producciones eficientes con máximo rendimiento de frutos, deben estar disponibles oportunamente en cantidades óptimas y balanceadas. Los suelos normalmente utilizados en cacao pueden tener un nivel de fertilidad adecuado, pero ello no será suficiente, siendo necesario reponer periódicamente el contenido de nutrimentos que el cacao y su sombrío extraen constantemente, además de lo que se pierde por efecto de la lixiviación o lavado de los suelos (Foto 37).

Todos los cultivos tienen un requerimiento de sustancias o elementos nutritivos, los que se agrupan en dos tipos:

- Macroelementos: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.
- Microelementos: boro, cobre, hierro, manganeso, cloro, zinc y molibdeno.

#### Generalidades sobre los elementos

**Carbono:** las plantas lo obtienen a partir del anhídrido carbónico del aire que asimilan a través de las hojas.

**Oxígeno:** es obtenido en su mayor parte a partir del aire y una pequeña porción a través del sistema radical del suelo.

**Hidrógeno:** obtenido directamente a través del agua.

**Nitrógeno:** junto con el fósforo y el potasio, ocupa lugar preponderante en la nutrición mineral de la planta. Forma parte de la estructura molecular de muchos compuestos biológicos: proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, fosfolípidos, clorofila, entre otros.

La mayoría de las zonas cultivadas con cacao en el país muestran contenidos muy pobres de materia orgánica y reflejan un bajo contenido de nitrógeno. La materia orgánica provee 85% del nitrógeno del suelo, aunque sólo 5% a 10% del nitrógeno total se encuentra en forma de amonio, nitrato o nitrito, que son las formas asimilables por los cultivos.

**Fósforo:** es un elemento esencial constituyente de muchas proteínas y enzimas y juega papel protagónico en el metabolismo y crecimiento de las plantas: transmisión de energía, fosforilización en la fotosíntesis y la respiración celular, y es extraído en pequeñas cantidades. Su movilidad es baja, lo que permite hacer un buen uso de sus reservas.

**Potasio:** interviene en la síntesis, metabolismo y movimiento de azúcares, carbohidratos y proteínas, síntesis de aceites, auxinas, reguladores de crecimiento y en la formación de la pared celular. Debe mantener un balance con otros elementos como el nitrógeno, fósforo y magnesio, puesto que un exceso puede inhibir la acción de otros.

Tanto el fósforo como el potasio están sujetos a pérdidas por causa de la erosión y el lavado por las aguas, especialmente en regiones de alta pluviosidad y suelos ácidos de baja capacidad de intercambio catiónico.

**Calcio:** elemento que, además de formar parte de ciertas estructuras vegetales, actúa como factor importante en la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Su contenido aprovechable en el suelo está determinado por el pH. En suelos ácidos es necesario aplicar enmiendas cálcicas.

**Magnesio:** constituyente de la clorofila y compuestos relacionados, juega papel importante en la captación de energía solar y su transformación en energía química, actuando también en la formación de carbohidratos, proteínas y grasas. Participa igualmente en el sistema enzimático y en la formación de varias vitaminas.

**Azufre:** es parte constituyente de muchas proteínas y enzimas, y participa en los procesos de respiración y oxidación. Las plantas pueden absorberlo como  $\text{SO}_2$  o como radical sulfato y está presente en la mayoría de los fertilizantes normalmente aplicados a los suelos.

Otro grupo de elementos denominados microelementos son requeridos en mínimas cantidades por las plantas, entre ellos:

**Boro:** se encuentra formando parte de los tejidos en continuo crecimiento, como vasos conductores, órganos florales, sitios donde ocurren divisiones celulares. Participa en el desarrollo de la flor, activación del polen, formación de los frutos y de las raíces. Su movilidad en la planta es escasa y su deficiencia se observa más comúnmente en suelos livianos o arenosos, manifestándose en los brotes y hojas jóvenes, los cuales se deforman, arrugan y se secan progresivamente. También provoca exudados gomosos en el tallo y ramas principales.

**Hierro:** es un constituyente importante de varias enzimas y de la clorofila, juega papel importante en la respiración, fotosíntesis, reducción de nitritos y sulfatos. Está muy relacionado con el potasio, el cual facilita su movilización a través de la planta. Su deficiencia se manifiesta en los brotes jóvenes, los cuales se amarillean intervenalmente, tomando los bordes de las hojas forma dentada, especialmente en la etapa de vivero.

**Manganeso:** igual que el anterior, forma parte de la clorofila y participa de los procesos metabólicos como la respiración y reducción de nitritos. Su absorción es promovida por el potasio, pero dificultada en suelos de reacción alcalina. Su deficiencia está relacionada con la del hierro, apareciendo normalmente juntas. Se manifiesta por la pérdida del color verde en los espacios intervenales, que luego se necrosan, mientras las venas permanecen verdes.

**Cobre:** la planta lo requiere en la mayoría de los procesos de oxidación y reducción, así como en la formación de varias enzimas y de la vitamina A. Su deficiencia se manifiesta como una necrosis que comienza por el ápice de la hoja, acompañada de la deformación de la hoja.

CUADRO 15. CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS MINERALES EN CACAO.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>A. Plantas presentando clorosis</b>  |           |
| 1. Hojas de color verde pálido, tamaño reducido, a menudo necróticas (común en áreas mal sombreadas) . . . . .  | NITRÓGENO |
| 2. Hojas de color verde pálido, tamaño normal, vena pálida (poco común en el campo) . . . . .   | AZUFRE    |
| 3. Hojas nuevas solamente de coloración amarilla, tamaño normal. Hojas viejas de color verde (común en suelos mal aireados, carentes de materia orgánica o altamente alcalinos) . . . . .                               | HIERRO    |
| <b>B. Hojas cloróticas con moteado entre venas</b>  |           |
| 1. Las hojas viejas solamente de color verde pálido, áreas necróticas entre las venas o en los márgenes foliares. Caída de hojas no prematuras (común en suelos ácidos o en plantitas en viveros) . . . . .             | MAGNESIO  |
| 2. Nuevas hojas solamente de color verde pálido entre áreas intervenales y en los márgenes de las hojas, nunca a lo largo de las venas (común en suelos alcalinos) . . .  | MANGANESO |
| <b>C. Hojas cloróticas</b>  |           |
| 1. Hojas viejas con márgenes necróticos, separación definida entre tejido necrótico y tejido sano (común en suelos arenosos ácidos o muy lavados) . . . . .   | POTASIO   |
| 2. Hojas nuevas con áreas necróticas entre venas, simétricas en cada lado de la nervadura central, caída prematura de las hojas . . . . .   | CALCIO    |
| <b>D. Nuevas hojas deformadas</b>   |           |
| 1. Nuevas hojas reducidas en tamaño, de formas curvadas o espirales, lámina gruesa y brillante (ocasional en suelos ácidos lavados) . . . . .   | BORO      |
| 2. Nuevas hojas muy angostas, márgenes ondulados, falciformes, clorosis entre las venas secundarias. Hojas viejas con manchas cloróticas sobre los lados de la vena principal (común en los suelos alcalinos) . . . . . | ZINC      |
| 3. Nuevas hojas de tamaño reducido, comprimidas cerca del ápice, venas secundarias reducidas en número, irregularmente distribuidas (poco común en campo) . . . . .   | COBRE     |
| <b>E. Ausencia de clorosis, hojas necróticas o deformes</b>   |           |
| 1. Planta de tamaño reducido, caída temprana de las hojas inferiores, necrosis ocasionales cerca del ápice de las hojas algunas veces presentando hojas de color bronceado (frecuente en suelos infértiles) . . . . .   | FÓSFORO   |
| 2. Nuevas hojas angostas, translúcidas, clorosis moteada en áreas intervenales, necrosis en los márgenes de hojas viejas . . . . .  | MOLIBDENO |
| FUENTE: ALVIM (1958).   |           |

**Zinc:** aunque no se conoce con precisión su papel en la planta, se sabe que interviene en el metabolismo y crecimiento de ésta. Su deficiencia se manifiesta en las hojas jóvenes que crecen muy angostas, con deformaciones y clorosis en

CAPÍTULO V

FIGURAS 26 AL 38

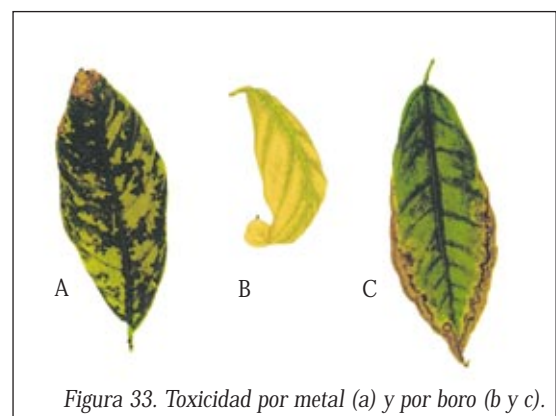
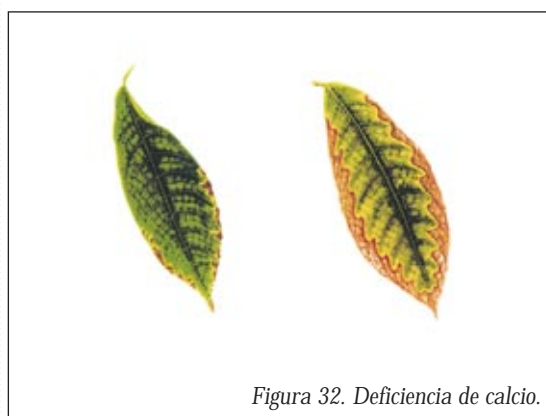
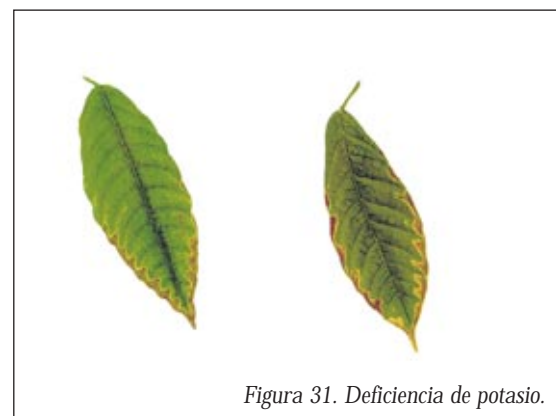
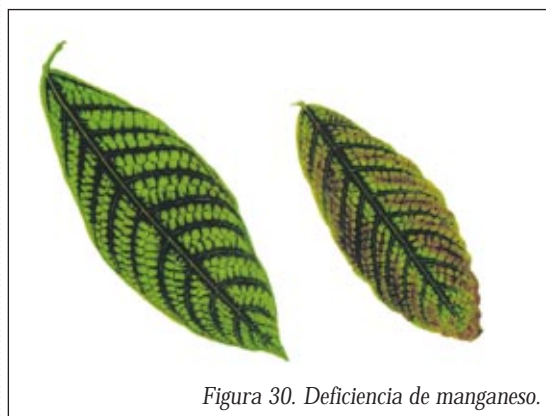
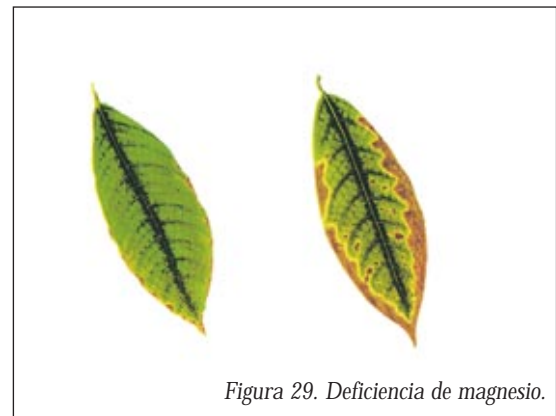
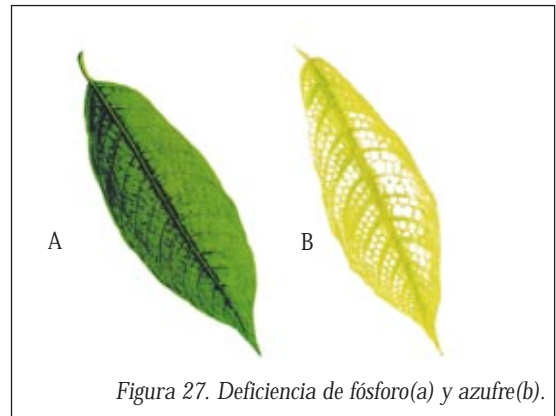




Figura 34. Deficiencia de zinc



Figura 35. Deficiencia de cobre.

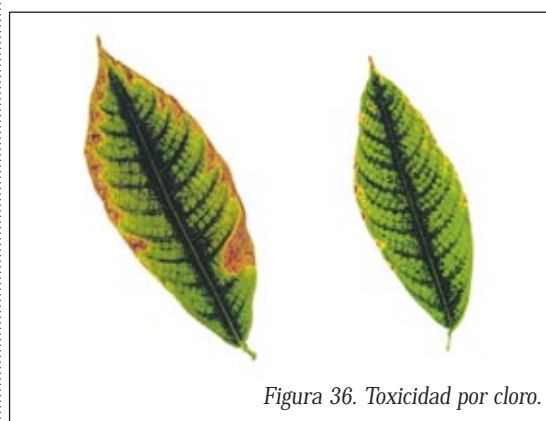


Figura 36. Toxicidad por cloro.

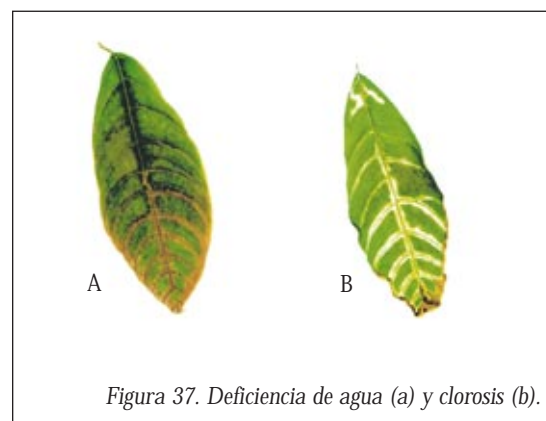


Figura 37. Deficiencia de agua (a) y clorosis (b).



Figura 38. Deficiencia de boro.

los espacios intervenales.

**Molibdeno:** está relacionado con la movilización y asimilación de los nitratos y su deficiencia se manifiesta con hojas angostas, translúcidas, clorosis moteada en áreas intervenales y necrosis en los márgenes de hojas viejas.

En el Cuadro 15 se presenta una clave descriptiva de los principales síntomas que permiten la identificación de carencias de elementos minerales en las plantas de cacao.

En las figuras 26 a 38, se reproducen las ilustraciones de Evans y Fennah (1953), que muestran los síntomas de deficiencias, anteriormente descritos para los diferentes nutrimentos.

### **Sistemas para mejorar la fertilidad de los suelos**

Los componentes nutricionales de los suelos tienden a perderse con el tiempo, en la medida que las explotaciones agrícolas se perpetúan y no se toman los correctivos para impedirlo.

Existen diferentes formas de mejorar estas situaciones como la adición oportuna de abonos orgánicos, la biofertilización mediante la utilización de organismos vivos como las lombrices y la aplicación de fertilizantes químicos.

#### ***Abonos orgánicos***

Constituyen una de las principales formas de mejorar las condiciones de fertilidad del suelo y es, sin duda alguna, una técnica de fácil aplicación. También se le conoce como compost y tiene las siguientes ventajas:

1. Es un abono prácticamente completo.
2. Su procesamiento es muy económico.

3. Para su preparación se utilizan residuos provenientes de la finca como malezas después de cortadas, tallos de cambures o plátanos sobrantes de deshijes o de cosechas, cáscaras de frutos de cacao lo cual contribuye a la fitosanidad de la plantación así como excrementos de animales de cría frecuentes en las parcelas.

#### **Procedimiento para producir compost:**

1. En la finca se eligen diferentes lugares que muestren fácil acceso y se encuentren situados de manera que puedan cubrir las diferentes áreas a ser tratadas con el abono.

2. Una vez escogido el sitio, se demarca un espacio rectangular de 1,5 a 2,0 m de ancho por la longitud que requiera el material disponible y de las necesidades del área donde va a utilizarse el abono.

3. Se clava en el suelo una vara gruesa en el centro del espacio demarcado, y a cada lado de éste se colocan otras dos varas a una distancia de 1,50 metros.

4. Se coloca una primera capa formada por hojas, malezas, ramas, etc., de 20 a 30 cm de espesor.

5. Sobre la capa mencionada se aplica otra capa de 15 cm aproximadamente, conformada por cáscaras de cacao y seudotallos de cambures o plátanos picados.

6. Se aplica una capa de estiércol y orinas y una rociadura de cal.

7. Se continúan sobreponiendo capas similares hasta llegar a una altura de 1 a 1,5 metros.

8. Para permitir la aireación de la pila de materiales que se ha formado, se remueven las varas clavadas con anterioridad y toda la cubierta superior se cubre con una capa final de 20 cm de tierra, de muy buena calidad, se tapa con hojas de plátano, cambur, riqui-riqui o cualquier material que pueda servir para evitar que la precipitación lave los componentes del sistema.

9. Por los cuatro lados de la pila, a una distancia de 50 cm se abre una zanja pequeña que permita que drenen los jugos que van a desprenderse de la pila formada.

10. Si el tiempo es muy seco, la pila se rocía con agua cada dos a tres días.

11. A las tres o cuatro semanas de formada la pila, se realizan volteos, para que la descomposición sea uniforme.

12. Esta operación de volteo puede repetirse dos o tres veces, y cuando la masa se enfría puede utilizarse como abono.

13. Los residuos así tratados estarán perfectamente transformados, más o menos a los tres meses. Los materiales mencionados pueden acelerar su descomposición, rociándoles 500 g de sulfato de amonio o de nitrato de calcio por cada 3 m de largo de este compostero.

### *Utilización de la lombricultura*

Esta práctica es de uso reciente en plantaciones hortícolas y en cultivos perennes como frutales y café. En cacao se han realizado algunas experiencias con esta práctica como mejoradora de suelos. Es conocido que la deyección de las lombrices, o vermicompost, produce una materia prima de excelente calidad fertilizadora y restauradora de los suelos agrícolas, debido a que incorpora fitohormonas y ácidos húmicos, además de restituir la flora microbiana propia de la capa vegetal, la cual se debilita significativamente por el uso de agroquímicos.

El uso de la lombricultura, como alternativa en el manejo de plantaciones de cacao, contribuye a la transformación de la materia orgánica en humus, que a su vez vendrá a constituir el sustrato especial para una óptima nutrición de las plantas de cacao, sin tener que recurrir en forma asidua al uso de macro y microelementos químicos.

Se utiliza un compost terminado, el cual es inoculado con huevos de la lombriz roja californiana (*Eufemia foetida*) y al cabo de cuatro o seis meses se aplica parte de este humus, con sus lombrices incorporadas, como capa superior del sustrato de las plantitas que van a producirse en viveros, y cuando se trasplanten al campo, llevarán consigo las lombrices que se multiplicarán en los puntos de siembra de la plantación.

### **APLICACIÓN DE FERTILIZANTES**

Para lograr mantener un nivel adecuado de productividad, las plantas de cacao deben ser fertilizadas con abonos químicos, que restituyen los elementos extraídos por la cosecha y las pérdidas por lixiviación o arrastre que puedan ocurrir.

Los fertilizantes deben aplicarse en el momento oportuno y en las cantidades adecuadas, de acuerdo con el nivel de fertilidad de la plantación, determinado a través del muestreo y análisis de los suelos. El diagnóstico nutricional permite precisar las cantidades y el tipo de fertilizante a aplicar, evitando así pérdidas económicas e incluso problemas de toxicidad si se utilizan en exceso. En el Cuadro 16 se presenta una guía de las determinaciones más comúnmente utilizadas, así como los métodos químicos de análisis respectivos que ayudan al técnico a interpretar los resultados de los análisis de suelos y, sobre esa base, decidir cuál y cuánto fertilizante aplicar para corregir las deficiencias que van acumulándose conforme se extraen sucesivas cosechas.

CUADRO 16. GUÍA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS NIVELES DE ELEMENTOS EN LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL SUELO

| Parámetro  | Rango de fertilidad relativa | Alto     | Medio     | Bajo       |
|--|------------------------------|----------|-----------|------------|
| PH (en agua 1:2,5)   |                              | 7,5-6,5  | 6,4-5,1   | < 5,0      |
| Materia orgánica (combustión húmeda)   |                              | > 6,1    | 6,0-3,1   | < 3,0      |
| Nitrógeno total (Kjeldahl)   |                              | > 0,41   | 0,40-0,21 | < 0,20     |
| Relación C:N   |                              | 9,5-10,4 | 15,5-10,5 | 15,6>x<9,4 |
| Fósforo P ppm (Mehlich)  |                              | > 16     | 15-6      | < 5        |
| Fósforo P/ml (Olsen modificado)  |                              | > 21     | 20-12     | < 12       |
| Fósforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm (Truog)                 |                              | > 120    | 119-21    | < 20       |
| Potasio intercambiable meq/100g  |                              | > 0,41   | 0,40-0,16 | < 0,15     |
| Potasio extraíble meq/100 ml (Olsen mod.)                                    |                              | > 0,41   | 0,40-0,21 | < 0,20     |
| Azufre S-SO <sub>4</sub> /ml (fósforo monocálcico 500 ppm P)                 |                              | > 21     | 20-13     | < 12       |
| Calcio intercambiable meq/100g (Acetato de amonio 1N pH 7,0)                 |                              | > 18,1   | 18-4,1    | < 4        |
| Calcio extraíble meq/100 ml (Cloruro de potasio 1N)                          |                              | > 4,1    | 4-2       | < 2        |
| Magnesio intercambiable meq/100g (Acetato de amonio 1N pH 7,0)               |                              | > 4,5    | 4,4-0,9   | < 0,8      |
| Magnesio extraíble meq/100 ml (Cloruro de potasio 1N)                        |                              | > 2,1    | 2-0,8     | < 0,8      |
| Capacidad de intercambio de cationes Meq/100 g (acetato de amonio 1N pH 7,0) |                              | > 30,1   | 30-12,1   | < 12       |
| Saturación de aluminio % (KCl, 1N)   |                              | 0-10     | 11-26     | > 26       |
| Aluminio meq/100 ml (KCl 1N)   |                              | < 0,30   | 0,31-1,50 | > 1,50     |

FUENTE: ENRÍQUEZ (1985).

### Interpretación de los resultados de un análisis de suelo

Los análisis de suelos cacaoteros en Venezuela se interpretan a través de una metodología desarrollada por la Estación Experimental Caucagua, FONAIAP-Miranda (CÓRDOVA ET AL., 1981). Los valores resultantes vienen en una hoja especial que incluye análisis mecánico y químico. El análisis mecánico determina la textura del suelo, la cual puede ser liviana, mediana o pesada, lo que indicará su capacidad para retener agua y nutrientes. El análisis químico comprende el contenido de minerales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca), así como también porcentaje de materia orgánica, valores de pH y conductancia eléctrica.

Los valores de nitrato aparecidos en el análisis sólo sirven como referencia, pues es un elemento de gran variabilidad y existe en distintas formas de suelo. Suelos con alto contenido de calcio (Ca) determinan una gran pérdida de nitrógeno (N), principalmente si se usan fuentes amoniacales.

Del análisis químico se utilizan los valores de fósforo (P) y potasio (K) como base para determinar la cantidad y fórmula de abono a usar, cotejando los valores con los datos de los cuadros 17 y 18.

Como un ejemplo, si el análisis de suelos indica un contenido medio en potasio (K) y medio en fósforo (P), le corresponde usar la fórmula D (Cuadro 17). El cuadro 18 indica los valores en kilogramos por hectárea de la fórmula D.

CUADRO 17. MATRIZ P-K PARA DETERMINAR LA FÓRMULA A UTILIZAR. POTASIO (me./100g)

|               | 0          | Bajo | 0.10 | Medio | 0.20 | Alto | 0.34 |
|---------------|------------|------|------|-------|------|------|------|
| Fósforo (ppm) | Bajo<br>10 | A    |      | E     |      | B    |      |
|               | Medio      | C    |      | D     |      |      |      |

CUADRO 18. TABLA DE CANTIDADES DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Y K<sub>2</sub>O (en kgs/ha) SEGÚN LA FÓRMULA A UTILIZAR

| Fórmula | N  | kg/ha P2 O5 | K2O |
|---------|----|-------------|-----|
| A       | 45 | 90          | 90  |
| B       | 45 | 90          | 45  |
| C       | 45 | 45          | 90  |
| D       | 45 | 45          | 45  |

### Disponibilidad en el mercado.

En el mercado se dispone de las fórmulas 12-24-12; 15-15-15 y 12-12-17 y muchas otras. Como los requerimientos indicados en el Cuadro 18 son: 45-45-45, la fórmula conveniente será la 15-15-15. Esta fórmula trae igual cantidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), y las cantidades que necesita el suelo son iguales para los tres elementos; debido a esto, se efectúa un solo cálculo de la cantidad necesaria de abono por hectárea y así los otros dos elementos serán cubiertos.

Para calcular la cantidad de la fórmula que hace falta para llenar lo faltante, se procede de la forma siguiente:

|          |      |
|----------|------|
| kg abono | kg N |
| 100      | 15   |
| X        | 45   |

$$X = 45 \times 100 / 15 = 300 \text{ kg./ha. de N.}$$

En consecuencia, los requerimientos de N, P, K se cubren con 300 kg/ha/año de la fórmula 15-15-15. Se aplica esta cantidad dividiéndola entre el número de plantas por hectárea.

Ejemplo: La cantidad a aplicar, transformada en gramos (300 kg/ha. x 1000 g que tiene 1 kg. = 300.000 g/ ha) se divide entre el número de plantas por hectárea.

$$300.000 \text{ g} \div 1111 \text{ plantas/ha} = 270 \text{ g/planta/año}$$

Como la aplicación se hace en dos épocas, divide  $270/2 = 135$  g/planta en cada época. La forma de aplicación, así como la variación en cuanto a cantidad en función de la edad de la planta, se presenta en el Cuadro 19.

### ¿Cómo calcular las cantidades?

Para el cálculo de las cantidades recomendadas en el Cuadro 19, se procede de la manera siguiente:

$$\text{Trasplante: } 270 \text{ g/planta/año} \times 1/5 = 54 \text{ g/planta/año.}$$

1er. año:  $270 \text{ g./planta/año} \times 2/5 = 108 \text{ g/planta/año}$ .

2do. año:  $270 \text{ g./planta/año} \times 3/5 = 162 \text{ g/planta/año}$ .

A las plantas mayores de tres años se les aplica la cantidad total de abono calculado para las plantas adultas.

Los datos de análisis correspondientes a pH y conductancia eléctrica, también se usan para seleccionar la fórmula completa de abono a ser aplicada en determinado suelo.

Suelos con pH por debajo de 5, presentan deficiencias de fósforo (P), magnesio (Mg) y toxicidad por aluminio (Al), y suelos con pH por encima de 7, acusan deficiencias de hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn) principalmente.

Suelos con una conductancia mayor a 4 a 25 °C, son limitantes por excesiva salinidad.

CUADRO 19. DISTRIBUCIÓN Y FORMA DE APLICACIÓN DE ACUERDO CON LA EDAD DE LA PLANTA

**Trasplante:** 1/5 parte del abono calculado para plantas adultas, o sea, 54 g mezclados con tierra en el fondo del hoyo.

**1er. año:** 2/5 partes de la cantidad calculada para plantas adultas, o sea, 180 g de abono en círculo o en bandas alejadas 50 cm del pie de la planta y de 3 a 4 cm de profundidad.

**2do. año:** 3/5 partes de la cantidad calculada para plantas adultas, o sea, 162 g de abono en círculo o en bandejas alejadas 80 cm del pie de la planta y de 3 a 4 cm de profundidad.

**3 a 6 años:** 270 g de abono en círculos o en bandas alejadas 1,10 m del pie de la planta y de 3 a 5 cm de profundidad.

**Más de 6 años:** 270 g de abono en círculos o en bandas alejadas 1,50 m del pie de la planta y de 3 a 5 cm de profundidad.

**PODA**

La poda ocupa un eslabón importante en la cadena de prácticas que integran el manejo agronómico de las plantas de cacao. A través de ella, se modifica la arquitectura de las plantas, cambiando o controlando la orientación de crecimiento de las ramas y chupones, con el objetivo de eliminar las partes inútiles o perjudiciales que resultan del crecimiento descontrolado o excesivo de la planta.

En su etapa juvenil, las plantas de cacao emiten ramas y chupones de manera desordenada, lo que conduciría al desarrollo desequilibrado de las plantas adultas si no se aplican las podas oportunas y planificadas para corregir las desviaciones en la arquitectura de las plantas, orientándolas hacia un tipo de crecimiento equilibrado para aumentar la producción y facilitar el laboreo y las cosechas.

**Objetivos de la poda**

1. Facilitar el crecimiento de un tallo vertical en cada sitio o puesto de siembra.
2. Controlar la arquitectura de la planta para que la horqueta quede a una altura de 1,4 a 1,5 m, que permita el paso del personal y maquinarias para la aplicación de prácticas como: control de malezas, aspersión de productos agroquímicos, cosecha, acarreo de frutos y eliminación de frutos enfermos.

3. Fomentar la formación de ramas y sitios de floración y fructificación a baja altura, y de ramas vegetativas fotosintetizadoras en la parte superior de la planta.

### **Bases fisiológicas**

El cacao es una planta cauliflora, es decir que produce sus flores en las superficies leñosas o semileñosas en el tallo y ramas durante todo el año, si dispone de condiciones de humedad y temperatura adecuadas. La productividad de la planta está determinada por varios factores: (a) el área foliar activa o índice de área foliar (IAF); (b) la capacidad de captación de energía solar, dependiente de la ubicación, tamaño e inclinación de las hojas; (c) del proceso fotosintético que se sucede en el parénquima foliar y (d) de la posterior movilización y distribución de esos elementos fotosintetizados hacia los frutos y otros órganos de la planta.

Se busca entonces, a través de la poda, darle a la planta una arquitectura ideal, es decir, una conformación y estructura de ramas principales, secundarias y terciarias que faciliten el desarrollo de la capacidad productiva de la planta y diferencie la zona de captación de luz y de fotosíntesis, de la zona de producción y formación de mazorcas. Para lograr esta arquitectura, el productor debe asegurarse que la poda se realice oportunamente, previo estudio de la situación estructural de la planta y se cumplan las labores posteriores de desinfestación de los cortes.

## **TIPOS DE PODA**

### **Poda de formación**

Se realiza a los 14 o 16 meses de edad de la planta, su objetivo es lograr desde un principio el equilibrio arbóreo de la planta, propiciando el crecimiento erecto del tallo principal con ramas primarias equilibradas. Se inicia con el despunte o eliminación de las yemas apicales de las ramas que estén creciendo hacia el suelo y la eliminación de todos los chupones que nacen por debajo de la horqueta o verticilo. Esta poda fomenta el desarrollo del área foliar de la planta, la que se dejará entonces en libre crecimiento durante los próximos ocho o diez meses.

### **Poda de mantenimiento**

Se aplica generalmente a los dos años de edad de la planta y su objetivo es mantener la arquitectura de la planta, con una copa continua, de follaje activo y espaciada para permitir la captación de la energía solar. Para ello se entresacan las puntas de las ramas que tengan mayor desarrollo en la parte superior de la planta, evitando que se eleven demasiado. Igualmente deben despuntarse las ramas que crecen hacia el suelo, para realzar el árbol y abrir los espacios bajo la copa, que permitan la aplicación de prácticas de manejo agronómico y a la vez faciliten la visualización de las mazorcas sobre el tronco y las ramas al momento de la cosecha.

### **Poda de copa**

Se aplica en árboles adultos, generalmente con 15 a 20 años de edad, que se han desarrollado excesivamente hasta los 7-8 m de altura, dificultando las labores



FOTO 38.  
PODA DRÁSTICA DE UNA  
PLANTA ADULTA DE CACAO.

de cosecha y controles fitosanitarios. Consiste en eliminar las ramas primarias muy elevadas, procurando el desarrollo horizontal de las restantes. Se realiza manualmente con machete o con motosierra, aplicando pasta protectora como cicatrizante en los sitios de corte. El propósito de la poda de copa es recuperar la producción en las ramas primarias inferiores, desplazando la producción de frutos hacia las áreas bajas de la planta.

Este sistema de poda se utiliza en la rehabilitación de plantaciones muy viejas, lográndose aumentar su productividad, al provocar la formación de frutos en las abundantes zonas leñosas inferiores de los árboles viejos. Su aplicación debe hacerse focalizada por sectores o hileras, y aunque inicialmente puede provocar la disminución de la producción, su efecto beneficioso se logrará si se aplica integralmente con prácticas como raleo de sombra, fertilización y controles fitosanitarios adecuados.

### **Poda drástica o de recuperación**

Consiste en hacer una poda severa de las ramas primarias o secundarias del árbol, dejándolas con unas pocas ramas de uno o dos metros de longitud desde la horqueta, con el objetivo de inducir nuevas brotaciones foliares y el desarrollo de ramas secundarias y terciarias, que posteriormente se seleccionarán y orientarán hacia la arquitectura deseable. A través de este tipo de poda se pretende renovar el follaje antiguo por ramas nuevas y debe visualizarse como una recuperación de árboles que, a pesar de poseer alta capacidad productiva, se encuentran limitados por problemas fitopatológicos como el ataque severo de escoba de brujas o intensamente afectados por epífito-parásitas como el guatepajarito. Esta poda, por lo severa, disminuye en un principio la producción del año siguiente, pero su recuperación ocurre entre los 16 y 20 meses posteriores a la poda y al segundo ciclo se ha recuperado y superado la producción previa a la poda. Su aplicación debe reducirse a los bloques realmente afectados por los problemas enumerados (Foto 38).

### **UTENSILIOS Y MATERIALES**

- a. Tijera podadora corriente, para cortar ramas y chupones de poco grosor.
- b. Tijera podadora grande, reforzada en sus brazos, para cortar ramas de mayor grosor y de mayor altura.
- c. Machete corto afilado, para cortar ramas y chupones gruesos. Cuando la rama es muy gruesa se recomienda hacer primero un corte en la parte baja de la rama y luego cortar por encima, para evitar desgarres de la corteza.
- d. Desgarretadera, que se ajusta en el extremo de una vara larga y liviana, útil para despuntar o cosechar frutos en las partes altas de la planta.
- e. Serruchos cortos y fuertes, para tejidos duros del árbol, cuya altura impide el uso del machete.
- f. Escalera liviana, para tener acceso a las ramas altas.
- g. Pasta cicatrizante, utilizada para cubrir las heridas causadas por la poda,

## CAPÍTULO V



Antes de podar



Después de podar



Antes de podar



Después de podar

FIGURA 39.

PLANTA PROPAGADA POR ESTACA,  
ANTES Y DESPUÉS DE PODAR

FIGURA 40.

PLANTA PROPAGADA POR SEMILLA,  
ANTES Y DESPUÉS DE PODAR

para evitar que el corte sirva de atrayente a insectos o patógenos, especialmente en zonas donde la alta pluviosidad es factor predisponente al ataque de las enfermedades como muerte súbita, necrosis o pudriciones. La pasta cicatrizante Reyes, muy adherente y efectiva, se prepara utilizando como base 1 litro de pintura de caucho, 25 gr. de un fungicida a base de cobre (Cupravit, Cuprosan), 5 gr. de Ridomil (Metalaxil), 10 ml de Lannate (Metomil) y 4 l de agua; se mezcla hasta homogeneizar y se aplica con brocha en los cortes. Si resta pasta, se guarda con tapa hermética (figuras 39 y 40).

### NORMAS O PRINCIPIOS GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE LA PODA

Para obtener una planta de cacao bien conformada y con una vida altamente productiva y prolongada, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

1. En plantaciones normales es preferible realizar podas suaves y frecuentes. El despunte de ramas, la eliminación de chupones bajeros y la eliminación de ramillas mal orientadas no causarán daño a la planta ni a su capacidad productiva.

2. Sólo cuando la condición crítica del árbol lo amerite, debe realizarse poda drástica, pues la eliminación de ramas en producción provocará una merma apreciable de la producción durante ese ciclo

3. Las podas deben realizarse durante los períodos secos, para facilitar el acarreo fuera de la plantación de los materiales eliminados, frutos enfermos y otros tejidos, que dispongan de tiempo suficiente para su descomposición e incorporación a la materia orgánica o a la cubierta vegetal del suelo.

4. Todos los chupones bajeros deben eliminarse, para asegurar que no resulten plantas con tallos múltiples.

5. Los cortes que implican la poda deben ser limpios, es decir, deben efectuarse a ras, sin dejar tocones, que luego dan mal aspecto al árbol, porque sirven de fuente o sustrato para el desarrollo de enfermedades fungosas y atraen insectos perforadores, taladradores y comejenes.

6. Conjuntamente con la poda deben eliminarse las parásitas y epifitas que crecen sobre las ramas de las plantas de cacao

7. Los instrumentos de poda: machetes, tijeras, desgarretadoras, deben desinfectarse después de trabajar sobre un árbol enfermo y antes de iniciar la labor en cualquier otro, utilizando para ello formalina o cloro comercial al 10 por ciento o fuego.

### PRINCIPIOS GENERALES PARA LA FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA

Para lograr un buen equilibrio y formación de la planta cacaotera, a través de la técnica de la poda, es recomendable considerar los siguientes principios:

1. Cuando un árbol ramifica muy bajo a menos de 1,2 m de altura y sus ramas tienen el hábito de crecer hacia el suelo, es preferible dejar desarrollar un

## CAPÍTULO V



FOTO 39.

PLANTA PROPAGADA POR ESTACA,  
DESPUÉS DE LA PODA



FOTO 40.

PLANTA PROPAGADA POR SEMILLA,  
DESPUÉS DE LA PODA

nuevo chupón que supere esta altura. En este caso, el nuevo chupón quedará como el verdadero árbol, mientras que gradualmente se va eliminando la primera ramificación.

2. En el caso que una planta sufra volcamiento total, a causa de un crecimiento desequilibrado, sin posibilidad de recuperar su posición original, se recomienda eliminar parte de las ramas que obstruyen la circulación de personal y dejar que la planta emita nuevos chupones, de los cuales se elegirá el más vigoroso cercano al pie del tallo. A este chupón se le aporca para que forme raíces propias y se le da formación mediante podas, al crecer sustituirá a la planta volcada, lográndose así recuperarla, sin necesidad de su eliminación o de resiembra.

3. Cuando por causa de fenómenos incontrolables como vientos fuertes o fallas en el piso de asiento se producen destrozos en las plantas, debe aplicarse el mismo principio anterior de dejar crecer un chupón vigoroso y cercano al pie, procediendo de manera similar.

4. La poda de formación en árboles propagados vegetativamente, en los cuales la ramificación es muy baja e irregular, la técnica que se aplique debe orientarse a crear una copa de altura apropiada, ayudándola con tutores para evitar que se produzcan volcamientos durante la fructificación.

5. Como la fructificación es consecuencia del proceso fisiológico de un follaje bien repartido sobre ramas vigorosas y en cantidad satisfactoria, el encargado de la poda debe realizar un trabajo cuidadoso y delicado, favoreciendo las áreas leñosas y semileñosas destinadas a la formación de los cojines florales y posteriores puntos de fructificación, facilitando el acceso hasta dichas zonas y asegurando que se mantenga el IAF requerido para que exista una proporción de 60 hojas activas por cada fruto formado asegurando la producción fotosintética que cada fruto requiere (Fotos 39, 40).

CAPÍTULO VI

RECUPERACIÓN  
Y REHABILITACIÓN DE CACAOTALES



**RECUPERACIÓN**

Comprende el conjunto de labores agronómicas y fitosanitarias que permiten aumentar la producción de plantaciones viejas, sin recurrir a la siembra de nuevas plantas. Las plantaciones viejas o que no han recibido un manejo adecuado pueden presentar una baja producción, debido a alguna de las causas siguientes:

- Alta densidad de sombra.
- Carencia o insuficiencia de drenajes.
- Presencia abundante de malezas.
- Falta de aplicación de un programa de fertilización y de control de plagas y enfermedades.

**Factores que intervienen*****Densidad de la sombra***

Tradicionalmente en los cacaotales de Barlovento y del estado Sucre la densidad de la sombra permanente es alta, bajo el argumento de que ayudan en el control de malezas. Adicionalmente prosperan otros géneros de plantas de manera espontánea que alcanzan gran tamaño y contribuyen a la creación de un ambiente muy sombrío. Es cierto que aunque las plantas de cacao responden en sus primeras etapas de desarrollo a un bajo nivel de luminosidad, en la medida en que se hacen adultas las condiciones óptimas de producción se logran en un ambiente de alta luminosidad, siempre y cuando la humedad y los nutrimentos se encuentren disponibles, sin restricciones.

Igualmente hay que tomar en cuenta que, en épocas de alta pluviosidad, la sombra excesiva favorece un medio propicio para la proliferación de enfermedades.

***Carencia o insuficiencia de drenajes***

Los suelos mal drenados, con mesa de agua muy alta o superficial, crean problemas en el desarrollo de las plantas de cacao, debido a que la aireación alrededor del sistema radical se hace deficiente, lo que inhibe parcial o totalmente el normal desarrollo de las raíces, sobre todo el de la raíz pivotante. Esta situación ocasiona volcamiento de las plantas, raquitismo, clorosis o muerte de raíces.

***Presencia de malezas***

Como se señaló en el capítulo sobre malezas y su control, en los cacaotales se presentan malezas del suelo que compiten con la planta de cacao por luz, nutrimentos y agua, así como malezas de la planta, epifitas, parásitas y trepadoras, que recubren el tronco e impiden la brotación, la floración y la posterior fructificación. En plantaciones con manejo deficiente, las malezas pueden cubrir las plantas y reducir significativamente su producción.

***Carencias nutricionales y presencia de enfermedades y plagas***

Las deficiencias nutricionales no sólo frenan el desarrollo de las plantas sino que las predisponen a un débil comportamiento frente a las enfermedades, siendo el potasio uno de los elementos necesarios para endurecer las paredes celulares.

En las zonas cacaoteras tradicionales el problema de las enfermedades y plagas puede constituir un factor limitante para la producción, especialmente en plantaciones muy viejas o manejadas deficientemente, debido a la falta de aplicación de prácticas fitosanitarias.

### EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE CACAOTALES

#### Diagnóstico preliminar

El primer paso para iniciar la recuperación de un cacaotal consiste en el estudio detallado del estado de la plantación, enfatizando en los aspectos reseñados anteriormente, que permita conocer la gravedad de los problemas que afectan su capacidad productiva y facilite la planificación y aplicación de correctivos. Algunos aspectos primordiales a analizar son:

- a. Determinar la población de plantas existentes en la plantación, la cual debe ser superior a 650 plantas sanas y vigorosas, que permitan una producción superior a los 600 kg/hectárea.
- b. Estudiar la composición de los suelos, los que deben ser suficientemente profundos, al menos 80 cm de profundidad, para asegurar el buen desarrollo del sistema radical de las plantas a recuperar.
- c. Determinar el estado operacional del sistema de drenajes de las parcelas, que sean funcionales y permitan la salida de las aguas excedentes.

#### Raleamiento de los árboles de sombra

Hasta ahora los árboles del género *Erythrina*, conocidos comúnmente como bucares, han demostrado poseer buenas condiciones para el sombreamiento así como algunos frutales productivos: cocos, aguacates, guanábanos, por ello en cualquier plan de recuperación debe decidirse de antemano las especies de planta que servirán de sombreamiento haciendo énfasis que en una plantación de cacao el máximo de árboles de sombra por hectárea debe ser de 30. Si se utilizan cultivos útiles, su número dependerá del diseño seleccionado.

Los árboles de sombra indeseables como higuierón (*Cecropia* spp.), jobo (*Spondia* spp.), caucho (*Castilloa* spp.), apamate (*Tabebuia pentaphyla*), mango (*Mangifera indica*) y corozo (*Palmacea* spp.) deben descartarse.

Cuando existan dos árboles de sombra adecuados, pero muy cercanos, debe dejarse el que presente un aspecto más sano y vigoroso. Igualmente, cuando quedan áreas muy aclareadas se cubrirán con plantas de rápido desarrollo.

#### Adecuación de drenajes

En regiones de alta precipitación y con suelos mal drenados, es necesario reconstruir una buena red de drenajes que permitan la rápida salida de los excedentes de agua, que de otra forma anegarían la plantación y obstaculizarían el buen desarrollo y producción de las plantas recuperadas.

**Control de malezas**

A pesar de lo costoso que resulta actualmente el control de malezas, debido a la escasez pronunciada de mano de obra, es necesario establecer un plan mínimo de control de las malezas, combinando herbicidas específicos en las dosis y épocas recomendadas.

**Fertilización y control de enfermedades y plagas**

La recuperación de un cacaotal no se logrará si, además de los pasos recomendados, no se aplica un plan de fertilización y manejo fitosanitario que asegure la eliminación de las pérdidas ocasionadas por hongos patógenos y plagas. Este plan consiste en:

- a. Cosecha frecuente de mazorcas sanas.
- b. Erradicación de plantas o partes de ellas afectadas.
- c. La destrucción de los restos de cosecha y partes enfermas.
- d. Aplicación de fungicidas e insecticidas protectores, en aquellos casos de riesgo de enfermedades y/o plagas.

De esta manera se asegura la eliminación de focos de infección que posteriormente pueden desencadenar la diseminación de enfermedades.

**RALEO DE LA SOMBRA**

Las experiencias en los últimos 35 años en Venezuela y en otros países como Brasil, Ghana y Trinidad son evidencias patentes de la conveniencia de la aplicación del raleo del sombrío excesivo de las plantaciones adultas de cacao, acompañado, por supuesto, del abonamiento de las plantas y presencia de drenajes funcionales, con el fin de lograr incrementos significativos de la productividad, con la posibilidad de alcanzar rendimientos de hasta 3.000 kg/ha en plantaciones correctamente abonadas en sistemas a alta exposición solar.

Por los traumas que causan en su caída, los agricultores siempre han sido cautelosos para aceptar la eliminación de los árboles de sombra de gran tamaño. Sin embargo, las experiencias desarrolladas en Barlovento han comprobado que el uso de arboricidas permiten eliminar progresivamente los árboles indeseables en un período aproximado de seis meses a un año, los cuales gradualmente pierden las hojas, las ramas se secan y caen sin causar muchos daños y finalmente se realiza una tumba dirigida, logrando muy buenos resultados a bajos costos (Figura 41).

FIGURA 41.  
APLICACIÓN DE ARBORICIDA  
PARA ELIMINAR ÁRBOLES  
DE SOMBRA INDESEABLE



**RECOMENDACIONES PARA EL RALEO DE LA SOMBRA**

Luego de la evaluación de la población de los árboles de sombra y habiendo decidido cuáles se van a eliminar, se procede a marcarlos con pintura, tratando de que la distribución sea uniforme y evitando que queden espacios muy aclareados dentro del cacaotal.

Se prepara una de las dos soluciones siguientes:

- a. 750 cc de Tordon en 15 litros de agua.
- b. 750 cc de 2,4-5 T en 15 litros de gasoil.

A los árboles marcados se les realiza un anillo de corteza de 10 a 15 cm de ancho y con una brocha o con asperjadora manual se procede a aplicar una de las dos soluciones. Con una asperjadora de 15 litros de capacidad, se pueden suprimir unos 40 árboles.

### REHABILITACIÓN

Uno de los problemas que mayor influencia han tenido en la disminución secular de los rendimientos de los cacaotales venezolanos, es la avanzada edad de las plantaciones, muchas de las cuales tienen más de 60 años. Así hemos llegado a una productividad de aproximadamente 250 kg/ha/año en 1996, cuando en la mayoría de los países productores, el promedio de rendimiento es de 800 a 1.200 kg/ha. En consecuencia, la producción venezolana de cacao ha disminuido más de 50% entre 1950 y 1996, si tomamos en cuenta que de las 60.000 hectáreas sembradas en el país, 90% tiene más de 60 años.

La única solución tecnológica ante este grave problema es la rehabilitación o renovación de cacaotales viejos, consistente en la eliminación de los árboles de cacao y de sombra deteriorados con muy poca o ninguna producción, reconstruyendo la plantación con una densidad de sombra adecuada y la resiembra de los árboles de cacao con plantas seleccionadas con altos índices de producción comprobada y resistencia o tolerancia a enfermedades. Aplicada correctamente, la rehabilitación puede lograr la recuperación de la capacidad productiva hasta niveles de rendimiento de 1.000 a 1.200 kg/ha/año, pero requiere un lapso de cuatro a seis años, dependiendo del estado de la plantación, e implica un período en el cual la explotación generará bajos ingresos.

#### **Tipos de rehabilitación o renovación**

##### ***Rehabilitación total por sectores***

Se aplica cuando el cacao es improductivo o el sombrío es inadecuado. En este caso se divide la plantación en tantos sectores como número de años estimados va a durar el proceso de renovación. Así, cada año se deforesta totalmente un sector y se procede como si fuera una plantación nueva.

##### ***Rehabilitación tipo Ocumare***

Se considera actualmente la más recomendable y lógica solución de las plantaciones viejas en el país, ya que no priva al productor de obtener ciertas entradas, mientras la plantación nueva se desarrolla y llega a la etapa de producción. Este tipo de rehabilitación resulta más conveniente para los pequeños productores, pues así evitarían soportar el período de varios años “muertos”, como implica la rehabilitación total.

La rehabilitación tipo Ocumare consiste de los siguientes pasos:

- a. Se hace una inspección general de la finca, dividiéndola en lotes, de acuerdo con las condiciones en que se encuentren los diferentes ahilados o parcelas.
- b. Se inicia la rehabilitación en los sectores en peor estado. Cuando se trate de fincas pequeñas es preferible hacer la rehabilitación en uno o dos años.

## CAPÍTULO VI

c. Se marcan con pintura los árboles de cacao y de sombrío que estén desalineados, enfermos, mal estructurados o muy inclinados que posteriormente puedan caerse y causar daños, árboles en esas condiciones deben ser eliminados.

d. Se realiza una poda severa a las plantas restantes para permitir mayor entrada de luz y propiciar la producción.

e. Se siembra sombra temporal y permanente en aquellos sitios donde no exista, alineada con las plantas existentes.

f. A la entrada de lluvias se siembran las plantas nuevas de cacao, manteniendo la distancia seleccionada como si fuera una nueva plantación y se inicia el programa de fertilización.

g. Se marcan las plantas de cacao que muestren una producción mayor de 2 kg/planta o presentan una alta calidad, para darles seguimiento.

h. Anualmente se poda al cacao viejo, para permitir la entrada de luz adecuada a las plantas jóvenes.

i. A partir de los cuatro años, cuando ya habrán comenzado a producir las plantas nuevas, se procederá a eliminar las plantas viejas, y el productor tendrá una plantación de cacao totalmente nueva y de alta producción.

FIGURA 42.  
CRONOGRAMA DE LABORES  
DE LA REHABILITACIÓN TIPO  
TURRIALBA- TRINIDAD

| Labores                     | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO      | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----|-----|-----|-----|
| <b>AÑO 1</b>                |      |      |      |      |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Traz. y siembra somb. temp. |      |      | xxxx | xxxx |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Eliminación somb. perm.*    | xxxx |      | xxxx | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Siembra cacao en vivero     |      |      |      |      |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Const. o repar. Drenajes    |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Elim. restos somb. perman.  |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Poda fuerte cacao viejo     |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Trazado cacao nuevo         |      |      |      | xxx  | xxx  |      |      |          |     |     |     |     |
| Ahoyado cacao nuevo         |      |      |      |      | xxxx | xxxx |      |          |     |     |     |     |
| Fertilización general       |      |      |      |      | xxxx | xxxx |      |          |     |     |     |     |
| Eliminación de malezas      |      |      |      |      | xxxx | xxxx | xxxx | xxxx     |     |     |     |     |
| Siembra cacao nuevo         |      |      |      |      |      | xxxx |      |          |     |     |     |     |
| Cosecha cacao viejo         | xxxx | xxxx |      |      | xxxx | xxxx |      |          |     |     |     |     |
| <b>AÑO 2</b>                |      |      |      |      |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Poda suave cacao viejo      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Fert. somb. Temp.           |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Control de malezas          |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Poda form. Cacao nuevo      |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      | xxxxxxxx |     |     |     |     |
| Cosecha cacao viejo         | xxxx | xxxx |      |      |      |      | xxxx | xxxx     |     |     |     |     |
| <b>AÑO 3</b>                |      |      |      |      |      |      |      |          |     |     |     |     |
| Eliminación cacao viejo     |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| Control de malezas          |      |      |      |      | xxxx | xxxx | xxxx | xxxxxxxx |     |     |     |     |
| Fert. cacao y plátano       |      |      |      | xxxx | xxxx |      |      |          |     |     |     |     |
| * Dejando 20 plantas/ha.    |      |      |      |      |      |      |      |          |     |     |     |     |

***Rehabilitación Turrialba modificada (Brasil)***

En el primer año se elimina por envenenamiento toda la sombra permanente y se siembra sombra temporal donde fuere necesario. En el segundo año, a los árboles de cacao viejo se les hace una poda de formación y se plantan árboles de sombra y plantas de cacao, aplicando una fertilización en función de las necesidades del suelo. Al tercer año se podan nuevamente los árboles de cacao. En este momento, la plantación debe estar produciendo más que al inicio de la rehabilitación, por el efecto de la luminosidad y la fertilización.

***Rehabilitación Turrialba modificada (Trinidad)***

Todos los árboles de sombra se eliminan, sin importar el daño que se pueda causar a las plantas viejas de cacao.

Se siembra sombra temporal de banano o plátanos, al mismo tiempo que se mantiene en vivero las plantas de semilla o de estacas del material seleccionado.

Se fertiliza el cacao viejo, se establecen o modifican los drenajes y se realiza el trazado del campo a un espaciamiento de 1,8 x 1,8 m (3.086 plantas /ha) o 2 x 2 m (2.500 plantas/ha). Este espaciamiento permite un rápido crecimiento y cierre del follaje, disminuyendo la proliferación de malezas.

Se siembra el cacao nuevo, fertilizando en el hoyo de siembra. El tiempo entre la eliminación del sombrero temporal y la siembra de cacao nuevo debe ser mínimo, para evitar la pérdida de materia orgánica y de elementos nutritivos del suelo.

Después de la primera estación seca, se aplica una poda ligera de formación al cacao viejo. Se repite este proceso el año subsiguiente y se continúa hasta que el cacao nuevo comience a producir, procediendo entonces a eliminar el cacao viejo (Figura 42).

CAPÍTULO VII

ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CACAO



Las enfermedades y plagas en plantas, animales y en el hombre han sido determinantes, tanto para su prosperidad como para su destrucción. El cacao se cultiva bajo un sistema ecológico equilibrado que se corresponde con la selva tropical; sin embargo, es afectado por gran cantidad de patógenos y atacado por muchos insectos, a la vez que se ve beneficiado por algunos de ellos.

Desde hace más de tres siglos la incidencia de enfermedades y plagas en Venezuela ha sido un factor determinante en la desaparición casi total de extensas áreas del cultivo, especialmente de cacaos de tipo Criollo, los cuales son más vulnerables a estos agentes bióticos. La historia reseña que en el año 1638 (POLANCO, CITADO POR OSORIO, 1969) se consagró a la Virgen de Nuestra Señora de las Mercedes como Patrona de los cacaoteros, a petición de los productores, para protegerlos de una peste que acabó virtualmente con las plantaciones de la región de Barlovento.

Hacia el año 1727 un huracán arrasó los cacaotales de las islas y costas caribeñas (HISTORICUS, 1826), sucediéndose la muerte de millones de árboles de cacao de tipo Criollo en Jamaica, Martinica, Venezuela y Trinidad, países donde la actividad cacaotera prácticamente desapareció. De Pons (1806) atribuye tal desastre a la colonización del hongo *Phytophthora palmivora* agente causal de cánceres en troncos, ramas y raíces, generalmente letal al cultivo, y en este caso su difusión fue favorecida por el huracán debido a las heridas ocasionadas por éste a los árboles. Este hecho determinó que la renovación de las plantaciones se realizara con cacaos Deltanos, especialmente en Trinidad, desde donde posteriormente se introdujeron a Venezuela, primero a Curiepe en 1824, y luego al oriente del país, lo que motivó severas protestas de los productores por ser cacaos de mejor comportamiento de campo pero de calidad inferior al criollo (HERNANDEZ, 1968).

A partir del año 1940 las florecientes áreas cacaoteras de los estados Delta Amacuro y Sucre fueron diezmadas por la enfermedad denominada escoba de brujas ocasionada por el hongo *Crinipellis pernicioso*. Alrededor de 1960, en los valles litorales de Aragua, reservorio de los cacaos finos, el hongo *Ceratocystis fimbriata* arrasó con miles de árboles. Caso similar sucedió en áreas cacaoteras de Sucre, lo que hizo que muchos agricultores se dedicaran a otros cultivos menos riesgosos, como el cocotero.

En las plantaciones ubicadas al sur del Lago de Maracaibo, cuna del famoso cacao Porcelana, catalogado como el más fino del mundo, el hongo *Monilophthora roreri* ha ocasionado severos descensos en la producción a causa de las pudriciones de los frutos. Indudablemente que este hongo estuvo involucrado en el abandono de plantaciones en la época colonial. En el estado Barinas las plantaciones originales fueron abandonadas, debido a las severas afecciones del hongo *P. palmivora*.

Estos son apenas algunos de los ejemplos de la devastadora presencia de enfermedades y plagas en plantaciones cacaoteras.

La fitosanidad de una plantación depende de muchos factores como son:

ubicación de las plantaciones, tipos de cacao bajo cultivo, patógenos presentes en el área, escogencia de los sombríos y las distancias, capacidad productiva de las plantas, tamaño de la unidad de producción, manejo agronómico, capacidad laboral y niveles de instrucción del agricultor y su grupo familiar, y de los apoyos legales, financieros y de concientización que reciban por parte del Estado.

Son múltiples las variables que intervienen solas o combinadas en los procesos infectivos, agravando o minimizando sus efectos, los cuales deben ser conocidos e interpretados por técnicos y productores para la aplicación de correctivos.

Mediante la aplicación de controles integrados que combinen técnicas, genéticas, agronómicas, biológicas o químicas se pueden lograr plantaciones que conjuguen altos niveles de sanidad, controlando uno o varios patógenos, y buenos rendimientos unitarios.

En caso de utilizar biocidas deben aplicarse con principios de racionalidad donde se conozcan la eficacia, las dosis, épocas y número de aplicaciones requeridas para evitar agresiones al agrosistema.

Un análisis de costos-beneficios debe hacerse para conocer la factibilidad de una determinada labor. Plantaciones con buen potencial de producción responden a las prácticas que se les aplican y plantaciones muy viejas e improductivas deben recuperarse por otras vías.

En cuanto a los insectos, deben observarse con doble óptica en el cacaoal, pues con el cultivo convive una inmensa microfauna benéfica compuesta por especies polinizadoras, predadoras, parásitas, antagonistas y excluyentes, a las que no se les debe exterminar sino preservar para mantener el equilibrio ecológico necesario.

En general, podría decirse que para el momento ningún patógeno o plaga es limitante para el cultivo del cacao en Venezuela, ya que a la mayoría se le conocen los correctivos, siendo nuestro principal problema los bajísimos rendimientos unitarios de apenas unos 250 k/c.s /ha, incapaces de sustentar los costos de insumo y mano de obra requeridos para un buen manejo de las plantaciones. Ello se deriva de la antigüedad de los árboles, de la bajísima densidad de plantas productivas encontrándose múltiples áreas ociosas, y del mal manejo agronómico que se aplica en las plantaciones.

Si se establecieran políticas para una asistencia técnica consecuente de mejor calidad, que enfoque los verdaderos problemas en campo, apoyadas en políticas crediticias que permitan la adquisición de materiales de siembra superiores y de insumos, así como el ajuste de los precios de compra a nivel de productor, muchos de los problemas mencionados se superarían y afloraría una producción cacaotera próspera para suplir los mercados internos y externos, ganados por la buena calidad de nuestros cacaos.

Venezuela dispone de un rico germoplasma de cacao de alta calidad y producción, por ello deberían intensificarse ambiciosos planes de fomento, de recu-

peración o de rehabilitación de plantaciones mediante la utilización de injertos, estacas o plántulas a fin de aumentar los rendimientos por unidad de área.

Nuestro país es afortunado por mantenerse aún libre de desastrosas enfermedades y plagas presentes en otros países cacaoteros, como es el caso de los virus del retoño hinchado (CSSV), del moteado de las hojas (CMLV), de la necrosis foliar (CNV) y de sus miridos transmisores *Sahlbergella singularis*, *Distantiella theobromae*, *Bryocoropsis laticollis* y *Helopeltis bergrothi*, presentes en Africa; del hongo basidiomiceto *Oncobasidium theobromae* (VSD) de gran severidad en Asia, de las plagas *Conopomorpha cramerella*, *Critoflevia* sp., *Sriptophlevia* sp. y *Pantorhytes battesi* que azotan los cacaotales en Malasia e Indonesia, y de muchas otras plagas y enfermedades severas reportadas desde varios países.

Esto debe llamarnos a reflexión para preservar nuestro territorio de posibles introducciones de material contaminado, lo que complicaría la situación sanitaria del cultivo, señalamiento igualmente válido a aplicar en cuarentenas internas, a fin de evitar la expansión de los patógenos presentes hacia áreas sanas.

En el Cuadro 20 se muestra la incidencia relativa de las principales enfermedades que afectan al cacao en Venezuela, así como en la Figura 49 se presenta su distribución en el país.

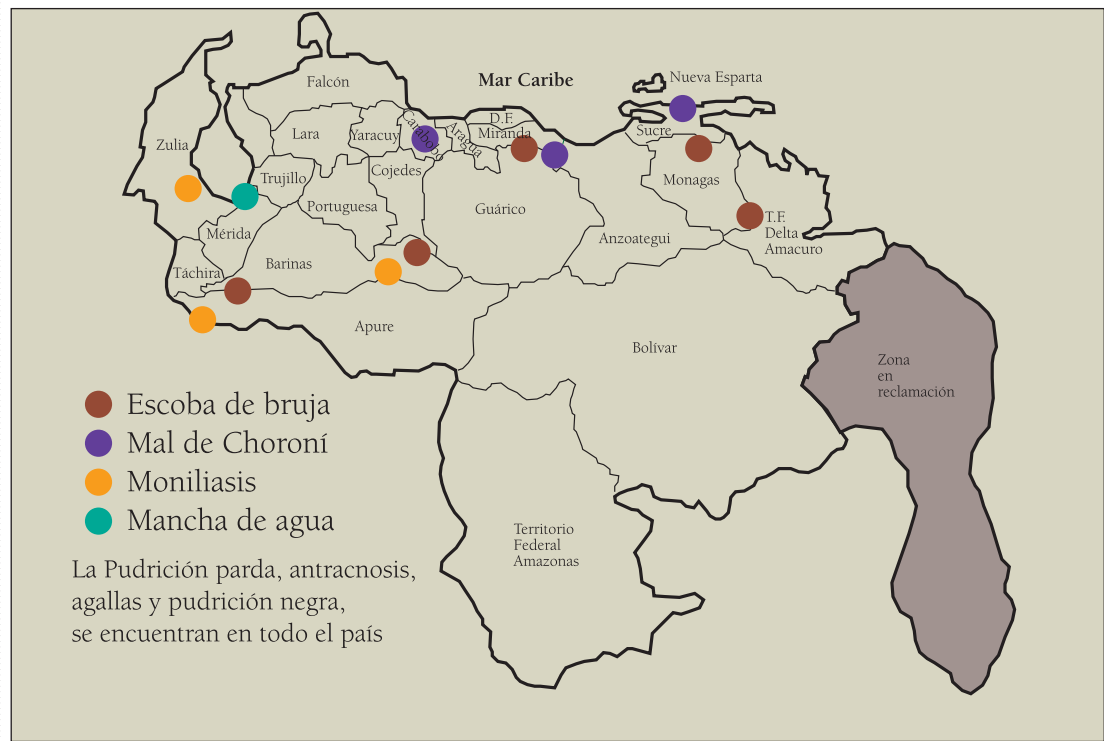
CUADRO 20. AREAS DE PRODUCCIÓN DE CACAO EN VENEZUELA E INCIDENCIA RELATIVA DE ENFERMEDADES.

| Región                     | Estados      | Superficie ha. | Producción TM | Enfermedades |     |     |     |     |     |
|----------------------------|--------------|----------------|---------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                            |              |                |               | Eb.          | Pp. | C-X | Ag. | Mo. | Ma. |
| Nor<br>Oriental            | Delta        | 1.800          | 540           | ++           | ++  | +   | -   | -   | -   |
|                            | Monagas      | 1.020          | 222           | ++           | ++  | -   | ++  | -   | -   |
|                            | Sucre        | 28.610         | 7.380         | ++           | ++  | ++  | ++  | -   | -   |
|                            | <b>Total</b> | <b>31.630</b>  | <b>8142</b>   |              |     |     |     |     |     |
| Centro<br>Norte<br>Costera | Aragua       | 600            | 133           | -            | +   | ++  | ++  | -   | -   |
|                            | Carabobo     | 285            | 68            | -            | +   | +   | +   | -   | -   |
|                            | Guárico      | 60             | 17            | -            | +   | +   | -   | -   | -   |
|                            | Miranda      | 31.780         | 8.050         | +++          | +++ | +   | +   | -   | -   |
|                            | Yaracuy      | 330            | 84            | -            | +   | -   | -   | -   | -   |
|                            | <b>Total</b> | <b>33.055</b>  | <b>8.352</b>  |              |     |     |     |     |     |
| Sur<br>Occidental          | Apure        | 1.690          | 423           | ++           | +   | -   | +   | +   | -   |
|                            | Barinas      | 690            | 204           | +            | +   | -   | -   | +   | -   |
|                            | Mérida       | 870            | 200           | -            | +   | -   | -   | +   | -   |
|                            | Táchira      | 752            | 268           | +            | +   | -   | +   | -   | -   |
|                            | Zulia        | 790            | 280           | -            | +   | -   | ++  | +++ | ++  |
|                            | <b>Total</b> | <b>4.782</b>   | <b>1.375</b>  |              |     |     |     |     |     |
| <b>Gran total</b>          |              | <b>69.477</b>  | <b>17.867</b> |              |     |     |     |     |     |

Eb.= Escoba de brujas. Pp.= Pudrición parda. C-X= Ceratocystis. Ag.= Agallas. Ma.= Mancha de agua.

## CAPÍTULO VII

FIGURA 49. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DEL CACAO EN VENEZUELA



### ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO CACAO EN VENEZUELA

#### ESCOBA DE BRUJAS

**Agente causal:** *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer.

**Clase:** Basidiomicetos. **Orden:** Agaricales. **Familia:** Tricholomataceae.

#### Origen y distribución

Al hongo *C. pernicioso* se le considera originario del valle del Amazonas, similarmente a muchas especies de *Sterculiaceae*. Went, en 1904, realiza y publica el primer estudio sobre la enfermedad. Según Purdy y Schmidt (1996), en Bolivia, Brasil, Perú y Venezuela existe desde la antigüedad, y en otros países aparece en las fechas siguientes: en Surinam, 1895; Guyana, 1906; Colombia, 1917; Ecuador, 1921; Trinidad, 1928; Tobago, 1938; Grenada, 1948; San Vicente, 1988; Panamá, 1989 y en el estado de Bahía, Brasil, 1989, donde en apenas diez años después de su aparición ha disminuido los rendimientos en 60 por ciento.

Stahel (1919), en Ecuador, estudia la enfermedad y determina a *Marasmius perniciosus* como su agente causal. Posteriormente, Singer (1942) la transfiere al género *Crinipellis* quedando su taxonomía actual como *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer.

En Venezuela, Singh (1937) señala su presencia, en forma muy agresiva, en plantaciones cacaoteras comerciales en Delta Amacuro, y Posnette y Palma (1944) la refieren en los estados Sucre y Monagas. En 1945 aparece en la zona de Barlovento. Capriles de Reyes y Reyes (1973) reportan que la enfermedad se presentó

en La Victoria de Apure en 1970 y seguidamente apareció en áreas de El Nula, El Piñal, Isla de Betancourt, Campo Barinas y Puerto Nuevo en el estado Táchira. Posteriormente, Guevara (1985) la señala en las poblaciones de El Banquito, Pueblo Viejo, Libertador y Ciudad Bolivia en el estado Barinas, donde una eficiente campaña fitosanitaria logró controlar su expansión.

Recientemente, Capriles de Reyes, *et. al.* (1997), informa de un nuevo brote en plantaciones comerciales del estado Barinas, considerando como origen de la contaminación el frecuente tráfico entre La Victoria de Apure, área muy contaminada, y el centro del país, o por el traslado de mano de obra temporera desde El Piñal, estado Táchira, al estado Barinas. La presencia de la escoba de brujas en los llanos occidentales, unida a la reciente aparición de la moniliasis en esas áreas, complica los planes de desarrollo cacaotero en esa región.

#### **Hospederos**

Thorold (1975) menciona los siguientes géneros y especies hospederas de *Crinipellis pernicioso*: en *Herrania*: *albiflora*, *nítida* y *purpúrea*, en *Theobroma*: *cacao*, *bicolor*, *glauca*, *grandiflorum*, *calodesmis*, *microcarpa*, *obovata*, *speciosum* y *subincana*. Bastos identifica varios huéspedes y Luz (1997) los recopila, tales son: *Theobroma silvestris*, en la familia *Solanaceae*: *Lycopersicum esculentum*, *Solanum cernum*, *S. gilo*, *S. lycocarpum*, *S. melogenna*, *S. panniculatum* y *S. stipalacium*, *S. rugosum*, *Capsicum annum*, *frutencens* y *Athanae aff popogena*, en la familia *Malpighiaceae*: *Stigmaphyllon* sp. y en las *Bixineae*: *Bixa orellana*.

Desroisiers, *et al* (1949), señala la presencia de basidiocarpos parecidos a los de *Crinipellis pernicioso* en tejidos muertos de lianas y bambúes en las riberas del río Napo, Ecuador, Evans (1977) observa basidiocarpos amarillos en el Ecuador. Malaguti (1956) describe síntomas de escoba de brujas en varias especies arbóreas presentes en cacaotales, sin determinar el agente etiológico: bucare anauco (*Erythrina poeppigiana*), pionío espinoso (*Erythrina velutina*), apamate (*Tabebuia pentaphylla*), guamo (*Inga* sp.), toco (*Crataeva gynandrosoma*) y araguaney (*Tabebuia* sp.). Capriles de Reyes (1986) señala la alta afección que presentan árboles de sombrero de apamate en cacaotales en la región de La Victoria de Apure, Venezuela.

Evans y Bastos (1978) establecen la existencia de varias cepas de *Crinipellis*: denominadas C en cacao, L en lianas, S en solanáceas y O en onoto. Wheeler, *et al.* (1988), define la existencia de dos patotipos: el A presente en Bolivia, Colombia y Ecuador, muy virulenta, de crecimiento lento que afecta al Scavina 6, y el B presente en Trinidad, Brasil y Venezuela, de rápido crecimiento que forma colonias abundantes, compactas y aterciopeladas de color blanco y es menos virulenta. Por ello se recomienda prohibir la introducción de material de cacao desde los países donde existe el patotipo A de *C. pernicioso*.

Capriles de Reyes y Palacios (1984) señalan bajo condiciones controladas para producción de basidiocarpos, enormes diferencias en la capacidad reproductiva y en el crecimiento micelial del hongo, formado en escobas de diferentes áreas de Venezuela, encontrándose que las colectadas en Soro (estado Sucre), en Caucagua y El Clavo (estado Miranda) presentan una capacidad productiva

de basidiocarpos muy superior a las colectadas en El Pilar (estado Sucre) y Panaquire (estado Miranda).

**Importancia económica**

La enfermedad reviste gran peligrosidad, no tanto por los síntomas visibles de escobas vegetativas y de cojín, y relativamente bajos porcentajes de frutos enfermos (alrededor de 15% en Venezuela), sino por las múltiples infecciones enmascaradas que se suceden en las yemas de crecimiento, en los botones florales y en frutos pequeños, disminuyendo la capacidad fotosintética, la producción y ocasionando un deterioro progresivo de los árboles que los hace totalmente improductivos. Las áreas productoras de cacao más extensas en Venezuela aparecen afectadas por la escoba de brujas como son: la península de Paria, Delta Amacuro, Monagas, Barlovento, La Victoria de Apure, El Milagro, El Piñal, El Nula, Ciudad Bolivia y Pedraza.

**El hongo y su epidemiología**

*Crinipellis perniciosa* es un hongo hemibiotrófico presentando dos fases distintas en su desarrollo cuando afecta plantas de cacao, con diferencias fisiológicas, morfológicas y genéticas. La infección comienza con la deposición de basidiosporas, que al germinar inician la fase parasítica mediante la penetración de los tejidos jóvenes expuestos, directamente o a través de los estomas, con un micelio hinchado, parasítico, mononucleado sin conexiones, el cual invade intercelularmente los tejidos, induciendo hiperplasias e hipertrofias, que se manifiestan al exterior con hinchazones y deformaciones de los brotes como escobas vegetativas y de cojín, flores y frutos deformes y cánceres. El lapso entre infección y manifestación de síntomas verdes se sucede generalmente en un período de cinco a seis semanas. Seguidamente, el hongo pasa a su fase necrotrofica y saprofitica, invadiendo los tejidos con un micelio intercelular, dicariótico con conexiones, muy fino, con las mismas características del que crece en medios de cultivo. La muerte de los tejidos se sucede en forma rápida, iniciándose desde la base de las escobas hacia el ápice. Durante esa transición de tejido verde a tejido muerto, ambos tipos de micelio pueden estar presentes. En el verano, sobre los tejidos secos el hongo puede permanecer en estado de latencia por un período de hasta dos años. En el invierno, unas tres semanas después que se estabilizan las lluvias, comienzan a emerger las formas reproductivas sexuales del hongo, o basidiocarpos, los cuales están conformados por pileo y estipe. El pileo es de forma circular, su tamaño varía entre 5 y 25 mm de diámetro, campanulado, de color rosado pálido, cóncavo en el centro, de donde emergen líneas radiales de color rosado fuerte. En su parte inferior se encuentran las laminillas del himenio, donde ocurre una fusión de núcleos y dos meiosis sucesivas, dando lugar a cuatro núcleos que migran cada uno a una esterigma, donde se desarrollan las basidiosporas blancas, hialinas de 7-11 x 4-5 micromicras. El estipe es hueco y grueso, mide de 5 a 10 mm, de color crema, que se oscurece cuando envejece. Los basidiocarpos nunca aparecen en los tejidos enfermos: brotes, flores, frutos, formados en la misma estación de lluvias, es necesario que se necrosen y se deshidraten por un período mayor de dos meses, y cuando se su-

FOTO 41.  
SÍNTOMAS EXTERNOS DE FRUTO  
AFECTADO POR *C. PERNICIOSA*

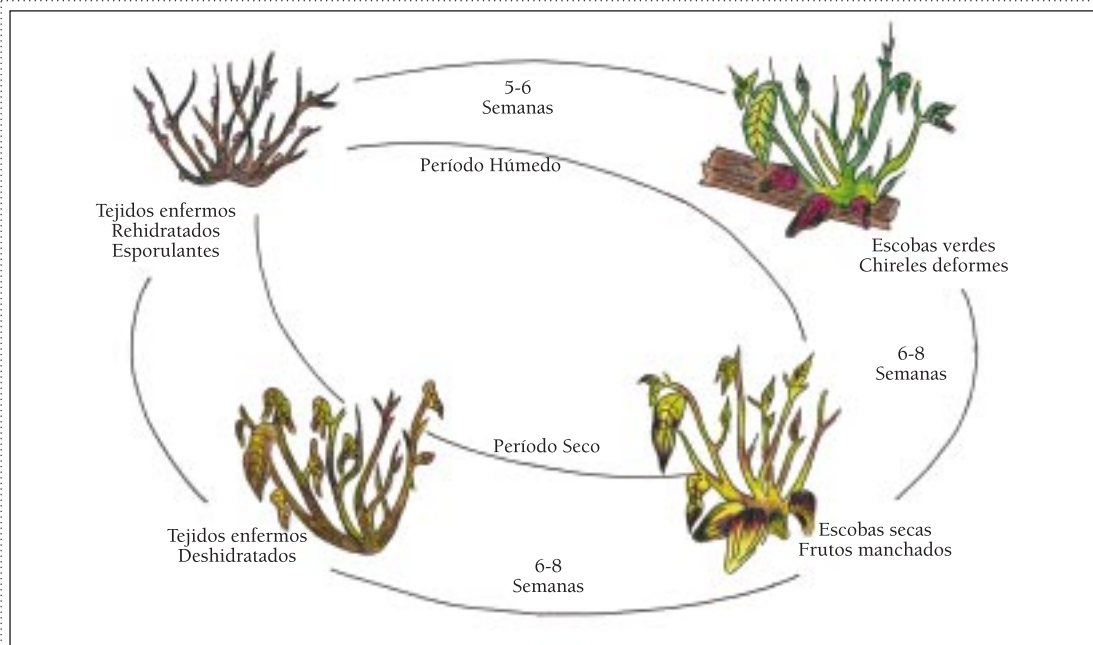
FOTO 42.  
SÍNTOMAS INTERNOS DE FRUTO  
AFECTADO POR *C. PERNICIOSA*



## CAPÍTULO VII

FIGURA 43.

CICLO DE VIDA DE *C. PERNICIOSA*  
(STAHEL, SINGER)  
CAUSA DEFORMACIÓN Y MUERTE  
DE FRUTOS Y RAMAS



cedan alternancias de periodos secos y húmedos inician su formación. Los basidiocarpos son túrgidos entre las 18:00 y las 6:00 horas, ocurriendo la mayor emisión de basidiosporas entre las 22:00 y 4:00 horas, pudiendo descargar millones de ellas y por periodos largos de hasta un año. Menos de cuatro horas o más de 20 horas de humedad por día, son desfavorables a la producción de basidiosporas, la temperatura ideal se sitúa entre 20 y 25°C, valores superiores a 30°C o menores de 20°C, inhiben la esporulación. Las basidiosporas constituyen las únicas formas infectivas conocidas del hongo, son muy sensibles a la luz y a la desecación, viables por 48 horas y germinan en los tejidos meristemáticos en unas dos horas.

Rudgard (1986) menciona que la variable más importante en la formación de basidiocarpos es la intensidad de lluvias, entre 200 y 300 mm al mes, la óptima humedad relativa se sitúa entre 80 y 90%. La temperatura juega un papel importante al actuar sobre la brotación de yemas susceptibles, el desarrollo de las escobas y la deshidratación de los tejidos enfermos.

El hongo es homotálico, pues cada tejido enfermo es capaz de producir basidiocarpos. No se conoce el estado asexual de *C. pernicioso*.

Un escenario donde concurren tejidos jóvenes susceptibles al hongo, emisión de basidiosporas y condiciones ambientales que favorezcan la infección, es ideal para que se establezca la patogénesis.

### Síntomas

La escoba de brujas es una enfermedad de síntomas muy evidentes en el tallo y ramas, en los cuales se forman los brotes enfermos hinchados denominados "escobas vegetativas y escobas de cojín" que dan el nombre a la enfermedad. Sin embargo, los síntomas más severos se localizan en los cojines florales, donde se suceden las necrosis de flores y la deformación, necrosis y muerte de los frutos.

## CAPÍTULO VII

FOTO 43.  
SÍNTOMAS DE ESCOBA DE BRUJAS  
VERDE EN RAMAS DE CACAO

FOTO 44.  
SÍNTOMAS DE ESCOBA DE BRUJAS  
SECA EN RAMAS DE CACAO

FOTO 45.  
BASIDIOCARPO DE *C. PERNICIOSA*



El patógeno es muy agresivo en los tejidos meristemáticos de desarrollo activo y la incidencia y severidad de la enfermedad dependen de la cantidad de inóculo disponible, del volumen de tejido sensible expuesto y de las condiciones ambientales que favorecen la colonización, produciéndose diferentes tipos de síntomas.

**En el tallo y ramas:** las yemas foliares terminales, laterales y axilares, al infectarse, dan origen a escobas vegetativas conformadas por varios talluelos engrosados, hinchados, de entrenudos cortos, con pecíolos y pulvinos largos e hinchados que soportan hojas de pecíolos largos no lignificados con láminas grandes, flácidas, de color verde rosado denominadas “escobas verdes”. Al cabo de seis semanas comienzan a necrosarse las hojas por el ápice y los bordes, hasta que mueren totalmente, tomando una consistencia acartonada, quedando adheridas al tallo y a las ramas y se les denomina “escobas secas”. También en los tallos y ramas pueden aparecer áreas hinchadas que se ennegrecen y dan origen a los cánceres por escoba.

**En los cojines florales:** aparecen flores de largos pecíolos, hinchadas, solas o en ramilletes, y frutos deformes pequeños que detienen su desarrollo y quedan adheridos al cojín. Igualmente se forman en los sitios de fructificación ramillas engrosadas con hojas, flores y frutos, constituyendo las “escobas de cojín”. Se puede suceder la colonización de los cojines por el hongo, formándose los cánceres de cojín. Según Stahel (1919), se presentan dos tipos de infección de los frutos:

- Indirecta: sistémica por penetración del micelio a través del pecíolo de las flores, dando origen a frutos redondeados, deformados, partenocárpicos, que se petrifican y se denominan “chirimoyas”.

- Directa, que se origina por la penetración del hongo en el epicarpio de los frutos. Los muy pequeños detienen su desarrollo, adquieren una forma alargada y se les denomina “zanahoria”, otros continúan su formación, presentando hinchazones y decoloraciones.

**En frutos:** frutos pequeños, menores de tres meses, son los más susceptibles, y los de mediano desarrollo pueden presentar madurez prematura o manchas negras restringidas, de bordes irregulares, brillantes, muy duras y se les denominan “mazorcas de piedra”. Interiormente, las semillas aparecen adheridas entre sí, podridas y difíciles de extraer, impidiendo su posterior utilización.

Exteriormente, los frutos manchados no presentan estructuras del hongo *Crinipellis perniciosa*.

**En plántulas:** la enfermedad es transmisible por semillas provenientes de frutos enfermos, originándose plántulas elongadas, hinchadas en el cuello, con escobas apicales o cotidelonares que generalmente mueren, por lo que nunca deben utilizarse como material de siembra. La supervisión permanente de los viveros es indispensable para erradicar plantas enfermas por este patógeno.

**En árboles:** aunque el hongo no provoca la muerte de los árboles en producción, los debilita progresivamente, haciéndolos totalmente improductivos.

### **Ciclo de vida**

Todos los tejidos colonizados y enfermos por *Crinipellis perniciosa*: flores, hojas, tallos, corteza, frutos, escobas vegetativas y de cojín, se necrosan y mueren. Deben

permanecer secos por un período no menor de ocho semanas, para ser capaces de iniciar la formación de los basidiocarpos del hongo cuando sean rehidratados y se sucedan períodos alternativos de lluvias-sequía. Una vez iniciada la producción de basidiocarpos, sobreviene la descarga de basidiosporas, las cuales son diseminadas por el viento o por las aguas de escurrimiento sobre los tejidos meristemáticos de la planta y ocurre la infección. Al cabo de cuatro a seis semanas se manifiestan los síntomas hiperplásicos e hipertróficos en tejidos vivos de flores, frutos o brotes, permaneciendo así por cinco o seis semanas, seguidamente se necrosan y mueren, lo cual se culmina en unas 20 semanas y se reinicia el ciclo (Figura 43 y Fotos 41, 42, 43, 44, 45).

#### **Controles**

La escoba de brujas es una enfermedad del cacaotero de difícil y oneroso control, porque afecta los tejidos meristemáticos o puntos de crecimiento en brotes, hojas, tallos, flores y frutos los cuales son de permanente formación en las plantas, además, la formación de las basidiosporas infectivas está muy ligada a las altas precipitaciones frecuentes en áreas donde generalmente se ubica el cultivo. Por ello, para lograr convivir y manejar la enfermedad hay que aplicar los componentes de un control integrado, siendo necesario e importante conocer el comportamiento epidemiológico local de la enfermedad y la periodicidad de la formación de escobas, lo cual determina la práctica oportuna de remover los tejidos enfermos. Capriles de Reyes y Reyes (1973) establecen que para la zona de Barlovento la producción de escobas está ligada al hidropersistencia, sucedido dos a tres meses antes, y que la formación de escobas llega a niveles casi nulos con descensos drásticos en la precipitación. En los estudios epidemiológicos llevados a cabo en El Piñal, estado Táchira (SILVA ET AL., 1993), donde la infección por escoba de bruja es alta, se evidenció el efecto determinante de la precipitación sobre la formación de flores, frutos, brotes, emisión de basidiocarpos e infección de cojines así como la secuencia de aparición de estos eventos.

El manejo de la enfermedad sólo se logra con la disminución de las fuentes de contaminación, lo que hace necesario la remoción de todo el material enfermo: escobas vegetativas o de cojín, flores necrosadas, frutos deformes, enfermos o manchados y áreas cancerosas. La remoción debe realizarse al final del período seco principal (abril- mayo), antes que se inicien las lluvias cuando el inóculo ambiental es menor, las plantas se encuentran en reposo fisiológico y las escobas secas son más visibles, seguido de otra remoción cuatro meses después (septiembre-octubre) antes del inicio del segundo período lluvioso. En todos los casos se aplicará el criterio agronómico de poda sanitaria, con equilibrio de las plantas y protección de las heridas a otros patógenos con pasta fungicida-cicatrizante.

La escoba de brujas es una enfermedad cíclica, acumulativa y muy contaminante, por lo que el control sanitario, básicamente la remoción de tejidos enfermos, es indispensable y deberá realizarse en forma consecutiva, pero sólo dos veces al año para no aumentar los costos de producción, este control cultural descenderá progresivamente al sanearse las plantaciones, sobre todo si es conjuntamente realizada por varios productores del área.

El tipo de remoción que se aplicará dependerá de los niveles de severidad de la infección, de la productividad y de la edad de la plantación. Si se trata de plantaciones jóvenes o de mediana edad poco afectadas, se podarán las escobas y ramas enfermas a 20 cm por debajo del tejido necrosado o se removerá parte de la corteza en el área de los cánceres y de los cojines florales afectados. Si se trata de plantaciones adultas, con altos índices de infección y de gran altura se procederá a realizar una poda de descope para disminuir el tamaño de las plantas a 3 o 4 m, procurando dejar la rama más sana para acelerar su recuperación reproductiva. Plantas muy afectadas deben erradicarse y reemplazarse por otras, bien sea por injertos o estacas, o por nuevas siembras de clones o híbridos tolerantes.

La remoción de los tejidos enfermos por escoba de brujas deberá coincidir con la poda de formación y la fitosanitaria, ocasionada por otros patógenos, aplicando los criterios agronómicos para lograr una buena arquitectura de las plantas, realizando la protección de los cortes.

La labor de poda trae enormes beneficios a las plantaciones como son: disminución de los inóculos infectivos, rejuvenecimiento de las plantas, recuperación de la productividad, simplificación de los tratamientos fitosanitarios, aumento de la eficiencia de manejo y reducción de los costos. El destino del material enfermo removido variará según los casos: si se trata de infecciones incipientes o de pequeñas unidades de producción deberá amontonarse y quemarse en sitios aclareados de la plantación. Por el contrario, si son plantaciones grandes muy afectadas, el material removido se dejará en el suelo y se cubrirá con hojarasca, donde la humedad y los hongos saprófitos los descompondrán más rápidamente que si se dejaran colgantes en las plantas, donde constituyen las principales fuentes de contaminación, dado que las escobas situadas en el estrato superior de los árboles tienen una capacidad de esporulación superior a la de las escobas dejadas en el suelo.

La expresión de vigor de muchos híbridos propicia la manifestación de los síntomas de la enfermedad, lo que puede ser controlado agronómicamente, empleando menores distancias de siembra o regulando el sombrío. Prácticas que favorecen las brotaciones en el cacaotero, como las podas, raleo del sombrío excesivo, el riego y la fertilización, pueden contribuir a la magnificación de los síntomas por *Crinipellis pernicioso*, si no se realizan remociones previas de escobas y se aplican dichas prácticas con criterios agronómicos y en las épocas apropiadas.

En un estudio sobre incidencia de escobas y densidad de siembra, Reyes, *et al.* (1973), confiere los más altos índices de incidencia de la enfermedad a las mayores distancias de siembra, cuando se compara un cultivar bajo un mismo sombrío.

La vía genética representa la forma más permanente y económica de combatir la enfermedad, esperanzados con los numerosos avances que se están sucediendo con la ampliación de la base de germoplasma, la validación del comportamiento de cultivares en diferentes países y la estandarización de métodos para la evaluación de la enfermedad. En Venezuela tenemos el siguiente comportamiento de los cultivares (CAPRILES DE REYES Y ROJAS, 1977).

**Resistentes:** Sca-6, SCA-12, SPA-9, Playa alta 2, Playa alta 4, Playa alta 5, Santa Cruz 10, Legón 3 y 4.

**Tolerantes:** IMC-67, Torno 3, Cuira 38, La Concepción 164-165-168, Moreno muro 50, El Destino, Santa Bárbara, Santa Ana, La Providencia 58-63, Santa Cruz 4 y 6, CEO 16, 37 y 48, Panaquirito 75, Choróni 34, Chuao, 2, 120 y 135, Ocumare 61 y 66, Caño viejo 1, 2 y 3, Porcelana, San Luis 1 y 2, Playa alta 3. Este material es auto-compatible, pudiendo utilizarse por estacas, por injertos o en cruces por resistentes.

**Altamente susceptibles:** Colombia 6, UF 12, 221, 242, 273, 613, 667, 668, 677 y 703, las series: SIAL, SIC, Catongo, Rosario, Granada, San Gregorio, Santa Cruz 9, 12 y 20, Choróni 28, 31, 42, 44 y 45, Chuao 3, Ocumare 60, 67 y 73, Cumbo 159.

El SCA 6 nunca se ha recomendado como clon en Venezuela, ni en cruces con otros amazónicos, su resistencia de campo como clon se mantiene, aunque esporádicamente ha emitido algunas escobas poco vigorosas en Barlovento. En 1962 se procedió a eliminar los SCA 6 y SCA 12 del Centro de Propagación de Plantas de Ocumare de la Costa, donde se multiplican tipos Criollos.

Según Bartley (1967) los clones SCA 6 y SCA 12 son heterocigotos para los genes que controlan la resistencia y la transmiten directamente a su descendencia, la cual es de tipo cuantitativa, poligénica y horizontal.

Recientemente CEPLAC, en Brasil, instaló una biofábrica para la producción de plántulas comerciales con buen comportamiento a *Crinipellis perniciosa* y alta producción, mediante la utilización de técnicas de cultivo *in vitro* INCOPEL, *News Letter* (1998).

El control químico de escoba de brujas ha sido un tema muy debatido; por considerarse antieconómico e ineficiente, la gran mayoría de las experimentaciones se ha realizado utilizando productos de contacto que, bajo las condiciones del cultivo del cacao en áreas de altas precipitaciones, son lavados fácilmente, bajan la efectividad y requieren gran número de aplicaciones, elevando considerablemente los costos de aplicación.

Los avances tecnológicos de nuevas formulaciones y mecanismos de acción fungicidas abren optimistas perspectivas de control, con la utilización de productos de acción erradicante o sistémica o nuevos biofungicidas. En estudios realizados en Venezuela, Capriles de Reyes y Palacios (1984) encontraron que los productos Baycor (biloxasol), Bayleton (triadimephom), Calixin (tridemorf) y Actidione (ciclohexamida), en sus dosis comerciales, inhibieron la formación de basidiocarpos; en cambio Benlate (benomil) y Bavistin (carbendazin) favorecieron su formación, cuando se probaron en una cámara-escobario con períodos de humedad-sequía controlados.

Para hacer más eficiente el control, mediante productos químicos, se requiere adoptar estrategias de aplicaciones de productos de diferentes modos de acción, tales como: realizar una aplicación de un producto de acción sistémica dirigido a las ramas y cojines florales con frutos pequeños menores de tres meses de edad, que actúe como preventivo, continuando con unas dos aplicaciones de un producto a base de cobre, dirigido a los frutos, como protector. Este esquema de aplicaciones es válido para cada pico mayor de producción.

La aplicación de productos a base de cobre como Cupravit o Cuprosan a la dosis de 5 g/l, protege los frutos, pero es ineficaz a las escobas. Bajo condiciones de campo, Capriles de Reyes (1984) encontró que los productos Plantvax-75 WP (oxicarboxin), en dosis de 300 cc/ha, aplicado al follaje, o el Plantvax-5G (oxicarboxin), en dosis de 40 g/planta aplicado al suelo, anulan la formación de escobas, y que los productos Calixin 75 EC (triademorph), en dosis de 600 cc/ha, Bayleton (triadimefon), en dosis de 500 cc/ha, Baycor (biloxazol), en dosis de 500 g/ha y el Tilt (propiconazole), en dosis de 100 cc/ha, disminuyen la formación de escobas, inhiben la esporulación y protegen los frutos de la infección.

Los fungicidas sistémicos son efectivos aplicados en escobas “verdes” y los erradicantes sobre escobas “secas”.

En cuanto al control biológico, representa una excelente vía de combate, pues se evitarían efectos contaminantes de químicos en el ambiente y en el producto final de consumo. Bastos (1979) señala al hongo *Dactylium* sp. como hiperparásito de *Crinipellis pernicioso* y luego encontró que filtrados de *Cladobotryum amazone* inhibían la germinación de las esporas de *C. pernicioso* y de otros importantes patógenos del cacao. Bravo y Hedger (1988) encontraron una extensa microflora actuando en escobas muertas e identificaron a *Xylaria* sp. y *Nodulisporium gregarium* como fuertes antagonistas de *C. pernicioso* produciendo lisis del micelio.

En otras investigaciones, Bastos (1988) encontró que aspersiones de *Trichoderma viridae* inhibía considerablemente la producción de basidiocarpos y detenían la esporulación de *C. pernicioso*. Actualmente en Brasil *Trichoderma* (CEPEC TVC) se produce y expende comercialmente. (INCOPEL, NEWS LETTER, 1998.)

En cuanto al control legal, la promulgación de reglamentos y leyes sanitarias que normen el movimiento de material vegetal entre áreas sanas y afectadas, es necesaria para evitar o retardar la diseminación de la enfermedad.

#### **Labores clave**

- Bajar el inóculo infectivo mediante la remoción dos veces al año de los tejidos enfermos: escobas vegetativas, escobas de cojín, hojas, tejidos cancerosos, flores y frutos al final de las dos marcadas épocas de sequía, antes de que se inicien los períodos de lluvias.

#### **MONILIASIS – MANCHA CENIZA**

**Agente causal:** *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans *et. al.*

**Clase:** *Basidiomicetos*. Nuevo género.

#### **Origen y distribución**

A partir de 1914 la moniliasis adquirió caracteres epifitóticos en el área caocatera de Quevedo, Ecuador donde fue ampliamente estudiada por Rorer (1918) quien la clasificó en el género *Monilia*. Posteriormente Ciferri y Parodi (1933) la reclasificaron como *Monilia roreri* (Cif y Par). La enfermedad se presenta con mayor severidad en Ecuador, Colombia, occidente de Venezuela, sur de Perú y sur de Panamá. Enríquez y Suárez (1978) reseñan su dramática aparición en Costa

Rica. Actualmente está en expansión en Nicaragua, Honduras y Venezuela. La moniliasis fue reportada en Venezuela por Muller (1941) en la zona del río Catatumbo, estado Zulia, donde debió existir desde mucho antes, contribuyendo indudablemente a la desaparición de áreas cultivadas y de descensos de producción de esa región. Allí se mantuvo confinada por muchos años, con gran agresividad en las plantaciones ribereñas de los ríos Catatumbo y Escalante y en áreas de Mérida y Táchira, constituyendo el único foco de infección en el país.

En 1993, la moniliasis aparece en las plantaciones colindantes de Arauquita, Colombia. Reyes y Capriles de Reyes (1993) realizan una inspección sanitaria en La Victoria de Apure, y aunque las plantaciones venezolanas se mantenían libres de la enfermedad, presentaban altos riesgos de contaminación por la cercanía, por el comercio bilateral entre países y por las condiciones ambientales favorables a la enfermedad. De inmediato se informó a las autoridades de Sanidad Vegetal (SASA), al Fondo Nacional del Cacao, a las asociaciones de productores y procesadores de cacao y se implementó una campaña de divulgación y de concientización dirigida a los productores, a través de charlas, audiovisuales, afiches y pancartas. Motivado por la lejanía y la carencia de recursos técnicos y crediticios, para sostener la campaña, la enfermedad llegó a la zona de La Victoria de Apure donde Vivas (1994) la señala en los poblados cacaoteros de El Ripial y La Capilla, en el estado Apure y en El Nula, El Milagro y Novilleros, estado Táchira. Luego Capriles de Reyes, *et al.* (1997), la observa en Pedraza, estado Barinas. Esas áreas mencionadas conforman gran parte de los llanos occidentales del país, de gran potencialidad para el cultivo cacao. Vale mencionar que los agricultores barineses, están asentados en pequeñas unidades de producción, manejan bien y tienen buena vocación para el cultivo, y que el régimen pluviométrico que allí se sucede es muy irregular, con inundaciones periódicas y largos períodos de sequía muy acentuados, y aunque el hongo *M. royeri* soporta un amplio rango de condiciones climáticas es posible que la conjunción de esos factores permita el manejo exitoso de la situación. De todas formas se requieren apoyos legales y financieros del SASA y de organismos involucrados en el cultivo cacao, para que la moniliasis no invada los valles de Yaracuy, Carabobo y Aragua, y siga su ruta hacia las mayores regiones productoras del país, como son Barlovento y el oriente del país.

En otros países productores de América como Brasil, Trinidad y República Dominicana, así como en África y en Asia no ha sido reportada la enfermedad.

### **Hospederos**

Sólo varias especies de *Theobroma* y de *Herrania* han sido señaladas como hospederas, entre ellas *T. cacao*, *T. bicolor*, *T. gileri* y *H. balaensis*.

### **Importancia económica**

El patógeno, en condiciones de campo, afecta severamente los frutos, incidiendo directamente en la producción. En todos los países donde ha hecho su aparición ha ocasionado grandes desequilibrios económicos, al afectar más del 90% de los frutos.

En el sur del Lago de Maracaibo cíclicamente se han sucedido el abandono

## CAPÍTULO VII



FOTO 46.  
FRUTO ESPORULADO  
POR *M. RORERI*

de plantaciones cacaoteras afectadas y el cambio hacia otros rubros agrícolas. Cuando los precios se elevan a nivel de fronteras o se implantan algunas acciones oficiales de ayuda crediticia o fitosanitaria, de nuevo se recupera el cultivo cacao.

### *El hongo*

Evans, et al. (1978), realizó la revisión taxonómica de *Monilia roreri* y concluyen que la especie no es congénica con *Monilia frutigena*. El hongo posee un micelio vegetativo con hifas hialinas, septadas sin conexiones con doliporos y producen cadenas de conidias globosas o elipsoidales en conidioforos ramificados, poco diferenciados cuya maduración es basipétala. Estas características son propias de los basidiomicetos, y por ello proponen clasificarlo en esa clase con un nuevo género, denominándolo como *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al.

El hongo produce conidias que son capaces de penetrar directamente el epicarpio de los frutos de cualquier edad (SUÁREZ, 1970) y al germinar forma un micelio que invade intercelularmente los tejidos, luego las células son colonizadas por el micelio intracelular y se manifiestan los síntomas de deformaciones de frutos, paralización del crecimiento y licuefacción de las almendras. Sobre los frutos emerge el micelio formando un estoma recubierto de una capa espesa de conidias provenientes de simples conidioforos que originan las conidias de color crema que al envejecer se oscurecen, son resistentes a la radiación y a la desecación, germinan en presencia de una película de agua y luego de dos horas inician la colonización de los tejidos. Las conidias son transportadas por el viento, el agua, el hombre y los insectos. En Venezuela, la chinche negra *Antiteuchus tripterus* está muy asociada a la enfermedad, observándose en colonias muy numerosas sobre los frutos afectados, por lo que se considera que transporta al hongo.

*M. roreri* actúa en bandas muy amplias de humedad y de temperatura, siendo favorecido por altas, frecuentes e intensas precipitaciones, temperaturas entre 25 y 27°C y humedad relativa de 80 a 90%. La mayor incidencia de la enfermedad se sucede de dos a cuatro meses después que las altas temperaturas coinciden con épocas de altas precipitaciones. Meza (1973) señala que la luminosidad favorece a la enfermedad, motivado quizás a temperaturas más altas o a una mayor frecuencia de la chinche negra (*A. tripterus*).

Es de hacer notar que en el sur del Lago de Maracaibo las condiciones de humedad relativa y de precipitaciones son muy similares durante el año apenas con déficit hídrico durante el primer trimestre por lo que se suceden continuas floraciones y fructificaciones que permiten el mantenimiento constante y continuo del inóculo infectivo.

El hongo tiene muchos sitios de reservorio, como son frutos enfermos, restos de cosecha, frutos colgantes, musgos, etc. No se conoce la fase sexual de *Moniliophthora roreri*.

### *Síntomas*

En condiciones de campo sólo los frutos son afectados, aunque Evans (1977) reporta infecciones en plántulas inoculadas artificialmente. La severidad de los síntomas depende de la variedad y de la edad en que se enferman los frutos, siendo más sensibles aquellos menores de tres meses.

-**Frutos pequeños:** se presentan dos tipos de síntomas iniciales: madurez prematura que conduce al marchitamiento y muerte de chireles donde se pueden o no formar conidias; y otros casos donde los chireles se hinchan y deforman, presentan manchas pardas que se recubren de estromas y conidias, síntomas que aparecen al mes de la infección.

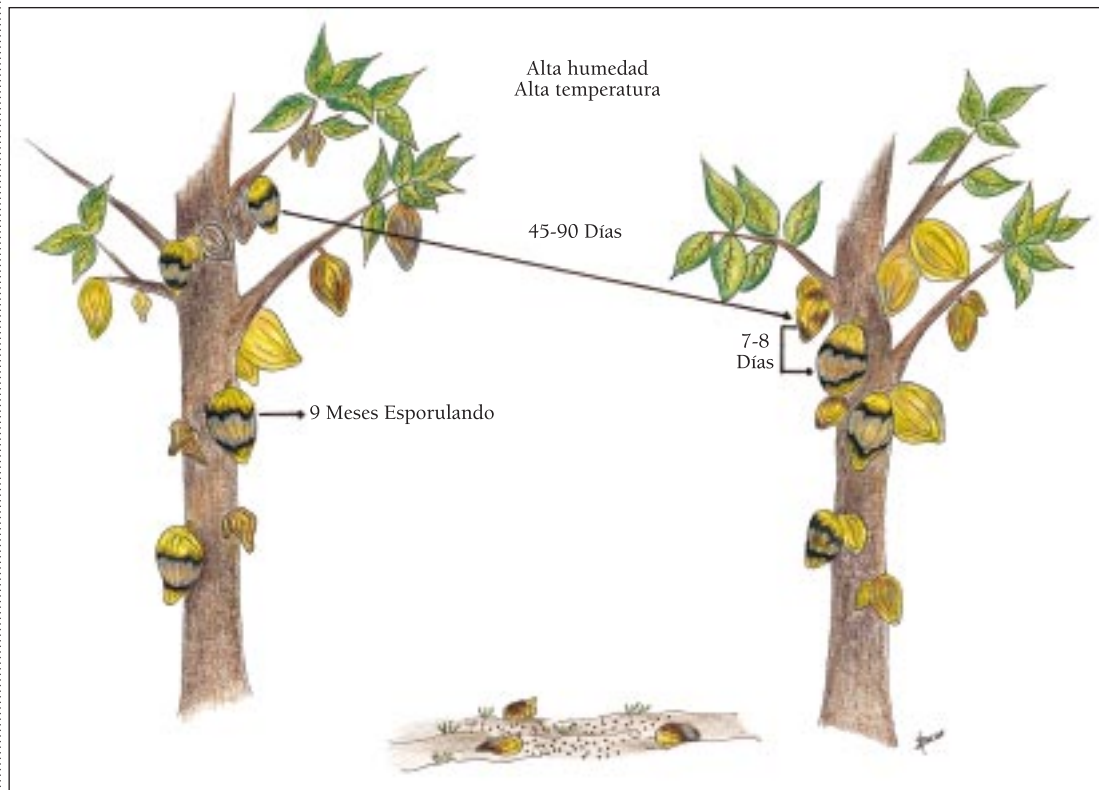
-**Frutos de mediano desarrollo:** no presentan marchitez ni deformaciones, sino puntos de color verde oscuro, los cuales son visibles al mes de la infección, evolucionan a manchas de color pardo de bordes irregulares, que en menos de ocho días se recubren de estromas y conidias. Generalmente todas las almendras son desintegradas e inaprovechables, por presentar una pudrición pegajosa que dificulta su extracción.

- **Frutos cercanos a su madurez:** presentan puntos aceitosos aproximadamente al mes de la infección. Si la cosecha se realiza oportunamente no aparecen las manchas pardas y muchas almendras son sanas y pueden aprovecharse.

En el sur del Lago de Maracaibo es frecuente observar las manchas de moniliasis con agrietamientos sobre frutos de cacao Porcelana. Los aislamientos realizados dan como asociado al hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, al cual los Porcelana son extremadamente susceptibles.

El mal manejo de la plantación –en lo que se refiere a sombríos desequilibrados, aguas retenidas, presencia de malezas, falta de podas, carencias nutricionales y, sobre todo, cosechas tardías y abandono sanitario con persistencia de frutos enfermos colgantes y restos de cosechas en el suelo– es el causante de la alta incidencia y severidad de la enfermedad.

FIGURA 44.  
CICLO DE VIDA DE *M. RORERI*  
(EVANS)  
CAUSA PUDRICIÓN DE FRUTOS



### ***Ciclo de la enfermedad***

Se inicia a partir de las conidias desprendidas de frutos enfermos esporulados o momificados, las cuales son diseminadas por el viento, el agua, los insectos o el hombre, pudiendo penetrar directamente el epicarpio, o a través de los estomas en frutos de cualquier edad, si las condiciones de humedad son apropiadas.

El hongo invade los tejidos de los frutos y provocan hinchazones y deformaciones, síntomas que son visibles en un período aproximado de cuatro semanas. Posteriormente se sucede la invasión de los tejidos, los cuales se hinchan y necrosan y aparecen las manchas de color pardo entre seis y ocho semanas, donde unos siete días después emerge el estoma cargado de una espesa capa de conidias de color crema-ceniza. Frutos enfermos, momificados y colgantes son reservorios de conidias infectivas por largos períodos de tiempo. El ciclo completo se cumple en unos tres meses y medio (Foto 46 y Figura 44).

### ***Controles***

Para una enfermedad tan contaminante como la moniliasis, la aplicación de los componentes del control integrado se hace indispensable: control de altura, drenajes funcionales, sombrero racional, combate de malezas, protección química de los frutos durante los tres primeros meses de su desarrollo, remoción semanal de los frutos enfermos y cosecha frecuente de frutos sanos. La regulación de la altura de las plantas a 3 o 4 m, el manejo del sombrero, de las distancias y la aplicación de podas, es muy necesaria para mantener la fitosanidad del cultivo.

El destino de los frutos enfermos colectados dependerá entre otros factores del tamaño de la finca, del grado de infección y de la capacidad de trabajo del productor. Si se inicia un foco de contaminación en una finca pequeña, los frutos deben ser removidos directamente a bolsas de polietileno y quemados. Si las plantaciones son más grandes y la labor resulta muy onerosa, los frutos pueden dejarse en el suelo donde quedan sometidos a su desintegración natural. Sin embargo, Evans (1977) y Asha Ram (1988) advierten sobre la gran fuente de contaminación que representan los frutos esporulantes en el suelo.

En cuanto a resistencia genética, desde Ecuador mencionan los clones EET 196, 381, 382, 387 y 406, con baja infección de frutos y a EET 233 y SCA-12, IMC-11, IMC-67 y SPA-9 como tolerantes a la enfermedad.

En Venezuela no se han realizado evaluaciones sobre el comportamiento de cultivares al patógeno. González (1965) hace la observación de que los frutos rojos de Porcelana son más afectados que los frutos verdes. Es interesante mencionar que frutos tipo Ocumare cultivados en el área son menos afectados por el hongo y por la chinche negra que los cacaos Porcelana, y que los Amelonados colombianos, de calidad muy inferior, que vienen invadiendo el área cacaotera del sur del Lago, son muy susceptibles, lo que invalida aún más su introducción y distribución.

En cuanto a control químico, en los países muy afectados por moniliasis, como Ecuador, Colombia, Costa Rica y Venezuela, se han realizado numerosas evaluaciones de fungicidas con saldos económicos no muy favorables a su acepta-

ción por los productores. Analizando la situación, encontramos que en esos países se presenta un complejo de patógenos: *Crinipellis*, *Moniliophthora*, *Phytophthora*, que permanentemente causan infecciones confusas. Con los nuevos fungicidas erradicantes y los de acción sistémica se puede arribar a un esquema de control exitoso que combine las labores agronómicas y culturales tales como: control de la altura de las plantas y remoción semanal de frutos enfermos, y protección química de frutos menores de 3 meses. Capriles de Reyes y Marín (1981) encontraron que los productos Baycor (biloaxol), Bayletón (triadimefon) y Bravo-500 (clorothalonil), en dosis de 0,5 cc/l, actúan como antiesporulantes. En plantaciones comerciales, Bravo-500 (clorothalonil), en dosis de 500 cc/ha o Calixin (triademorph) en igual dosis, aplicados al inicio de las dos épocas de mayor fructificación alternados con Cuprosan (óxido cuproso), en dosis de 2 kg/ha da excelente protección en los frutos afectados por varios patógenos.

Frutos enfermos o aquellos provenientes de plantas enfermas no deben ser destinados a material de siembra, por dar origen a plantas débiles posiblemente susceptibles.

Dada la nueva expansión que está alcanzando la moniliasis hacia los estados Apure, Táchira y Barinas, deben promulgarse controles legales que regulen el traslado del material de cacao de regiones enfermas a sanas, impidiendo su diseminación al centro y al oriente del país.

#### **Labores clave**

- Realizar cosechas semanales.
- Aumentar la fitosanidad en las plantaciones cacaoteras, mediante la remoción semanal de frutos enfermos antes que se suceda la esporulación de *M. roreri*.

#### **PUDRICIÓN PARDA DE LOS FRUTOS Y CÁNCER DEL TRONCO, RAMAS Y RAÍCES**

**Clase:** *Oomicetos*. **Orden:** *Peronosporales*. **Familia:** *Pythiaceae*.

**Genero:** *Phytophthora*. **Especie:** *Varias*.

#### **Origen y distribución**

Al género *Phytophthora* se le considera como patógeno omnívoro tropical con una amplia distribución mundial, representado por numerosas especies que presentan diferencias morfológicas y posiblemente razas. Inicialmente todas las manifestaciones patogénicas eran atribuidas a la especie *P. palmivora*. Sucesivos estudios de Turner (1960), Zentmyer y Mitchell (1971), Zentmyer (1975), Waterhouse (1974), Griffin (1977) y Kellan y Zentmyer (1986), pusieron en evidencia la existencia de tipos morfológicos dentro del complejo *Phytophthora* presentes en el cultivo cacao. Posteriormente, Brasier y Griffin (1979), basados en las diferencias existentes en cuanto a morfología de las colonias y de los esporangios, largo y caducidad de los pedicelos, así como al número y tamaño de los cromosomas, realizaron la reclasificación de especies quedando así:

MF-1: *Phytophthora palmivora sensu strictu* (Butler) Butler.

MF-3: *Phytophthora megakarya* (Brasier et Griffin), nueva especie.

MF-4: *Phytophthora capsici* (Leonian).

MF-2: no fue considerada una designación válida.

Capriles de Reyes, *et al.* (1972), reporta la especie *P. megasperma* afectando frutos de *T. cacao* en áreas del sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. Posteriormente Capriles de Reyes (1976) señala las especies *P. capsici*, *P. citrophthora*, y *P. parasitica* afectaron frutos, esta última especie necrosando también raíces en la zona de Barlovento. La especie *P. citrophthora* es señalada como patógena al cacao por Campelo (1980), Campelo y Luz (1981) y Kellan y Zentmyer (1981). La especie

CUADRO 21. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES DE *PHYTOPHTHORA* QUE AFECTAN A *T. CACAO*:

| Especie y distribución  | Cromosoma y tipo sexual                          | Colonias  | Pedicelo                                   | Esporangio   | Clamodiospora                             | Oogonios y anteridios                                |
|---|--|---|--|--|---|--|
| <i>P. palmivora</i><br>MF1.<br>Mundial  | N: 9-12,<br>cortos,<br>A1-A2.<br>Heterotálico    | Aérea,<br>estrellada de<br>bordes<br>definidos                                  | Grueso,<br>corto,<br>ocluido,<br>de 1 a 5µ | Ovales,<br>papilados,<br>caducos,<br>pedicelados   | Sí  | Esféricos,<br>anfiginos.                             |
| <i>P. megakarya</i><br>MF3.<br>Nigeria,<br>Africa<br>occidental<br>Nueva<br>Guinea<br>y Malasia           | Heterotálico<br>N: 5 a 6µ,<br>largos,<br>A1-A2   | Aérea,<br>rosácea,<br>velluda   | Angosto, no<br>ocluido, de<br>10 a 30µ     | Ovoide, base<br>redonda,<br>muy<br>papilado,<br>anfigino                                     | Escasas                                   | Piriforme,<br>Anfiginos.                             |
| <i>P. capsici</i><br>MF4. Centro<br>y Sur<br>América,<br>Camerún,<br>Venezuela,<br>Indias<br>occidentales | Homotálico,<br>N: 9 a 12,<br>cortos,<br>A1 y A2. | Aérea, densa,<br>petaloide<br>abundante   | Angosto y no<br>ocluido, de<br>30 a 200µ   | Ovoides,<br>pedicelado,<br>papilado, en<br>racimos   | No  | Esférico,<br>anfiginos.                              |
| <i>P. citrophthora</i><br>Brasil,<br>México,<br>Venezuela   | Heterotálico                                     | Algodonosa<br>con patrón<br>floral  | De inserción<br>lateral                    | Ovoidales,<br>con giba,<br>papilados,<br>persistentes.                                       | Sí, pequeñas<br>terminales,<br>abundantes | Difíciles,<br>anfiginos.                             |
| <i>P. megasperma</i> .<br>Venezuela   | Homotálico                                       | Colonia<br>pobre<br>Micelio<br>grueso,<br>ramificado,<br>toruloso,<br>sumergido | No<br>pedicelado                           | Limoniforme,<br>no papilados,<br>no pedicelados,<br>con uno o<br>dos poros.<br>Persistentes. | No  | Abundantes,<br>precoces,<br>paraginos y<br>anfiginos |
| <i>P. hevea</i><br>Brasil,<br>México,<br>Malasia  | Homotálico                                       |   |  | Ovales,<br>caducos   |   | Abundantes.<br>anfiginos                             |
| <i>P. parasitica</i><br>Venezuela,<br>Camerún   | Homotálico                                       | Aérea,<br>micelio en<br>ramillete   | Presentes o<br>ausentes                    | Ovales,<br>oblongados,<br>elipsoidal.  | Sí  | Abundantes.<br>anfiginos                             |

*P. hevea* está presente en Malasia (TURNER, 1968), en México (LOZANO, ET AL, 1984) y en Brasil (LUZ SILVA Y MITCHEL, 1989).

El Cuadro 21 presenta las principales características morfológicas y la distribución mundial de las especies de *Phytophthora* que afectan a *T. cacao*.

#### **Hospederos**

Este género tiene una amplia difusión mundial. Chee (1969) lo señala como capaz de afectar 138 especies botánicas, muchas de ellas frecuentemente presentes en cacaotales como son: musáceas (*Musa* spp.), cítricas (*Citrus* spp.), coco (*Coco nucifera*), caucho (*Hevea brasiliensis*), lechosa (*Carica papaya*), sapote (*Calocarpun sapota*) y pimientos (*Capsicum frutencens*).

#### **Importancia económica**

El género *Phytophthora* está presente en todos los cacaotales del mundo, ocasionando las más persistentes y severas pérdidas económicas sobre el cultivo.

Países como Brasil, Ghana, Nigeria y Camerún reportan altas afecciones. En Venezuela las zonas más afectadas se encuentran en Barlovento, donde las pérdidas se ubican alrededor de 20% (CAPRILES DE REYES, 1986), debido a las frecuentes lluvias e inundaciones que se suceden, a la carencia de drenajes funcionales, al sombrero excesivo y a un manejo deficiente de las plantaciones. En los cerros de Yaguaraparo, estado Sucre, la incidencia de frutos enfermos es cercana al 50%, ya que allí la topografía es accidentada, la temperatura desciende a 15°C, las precipitaciones son de unos 2.400 mm anuales y los árboles alcanzan una altura de 15 a 20 m, todo lo cual dificulta las cosechas y las prácticas requeridas para el buen manejo de las plantaciones.

#### **El hongo**

Varias especies de *Phytophthora* son patogénicas al cacao, siendo *P. palmivora* la más frecuente en Venezuela, su micelio está conformado por hifas ramificadas, nucleadas, sin septas, de crecimiento muy activo, que invaden muy rápidamente el substrato. Para la reproducción el micelio se diferencia, formando órganos o esporas de diversos tipos como son:

1. **Esporangios:** se forman a partir de esporangioforos aéreos de formas y dimensiones variables, siendo generalmente elipsoidales o esféricos. Aparecen en gran número en la superficie de las mazorcas enfermas, cuando la humedad relativa es alta y la temperatura se ubica entre 25 y 30°C. Pueden crecer como simple micelio y en contacto con el agua liberar zoosporas. En condiciones adversas pueden producir nuevos esporangioforos.

2. **Zoosporas:** de cada esporangio se forman 20 a 30 zoosporas uninucleadas y biciliadas, las cuales al germinar dan origen a un micelio para iniciar nuevas infecciones, mantenerse enquistadas o liberar zoosporas.

3. **Clamidosporas:** son órganos de sobrevivencia, redondas y de paredes delgadas o gruesas, se pueden mantener latentes, germinar para dar origen a un micelio o producir esporangios infectivos. Pueden estar presentes o no en algunas especies.

4. **Oosporas:** son las esporas sexuales y su formación permite las variaciones

## CAPÍTULO VII



FOTO 47.  
FRUTO AFECTADO  
POR PUDRICIÓN PARDA

FOTO 48.  
CHUPÓN BASAL  
AFECTADO POR *P. PALMIVORA*

FOTO 49.  
MANCHA GRASIENTA  
NEGRO-ROJIZA, SÍNTOMA EXTERNO  
DE CÁNCER DEL TRONCO EN RAMA  
DE CACAO POR *P. PALMIVORA*

FOTO 50.  
RAMA DE CACAO AFECTADA  
POR CÁNCER DEL TRONCO

genéticas y posibles cambios en la patogenicidad. Pueden permanecer latentes o germinar, formando micelio o esporangios.

La luminosidad favorece la formación de las formas reproductivas.

La especie *Phytophthora palmivora* es heterotálica, donde cada micelio es hermafrodita, capaz de producir anteridios y oogonios, aunque los micelios son autostériles, formando órganos sexuales sólo cuando entran en contacto con un micelio del tipo opuesto. Ello determina la existencia de los grupos sexuales A1 y A2. Según estudios realizados por Zentmyer (1975) la especie estudiada de Venezuela pertenece al grupo sexual A2.

*P. palmivora* tiene muchos sitios de reservorio, tanto en el árbol como en su entorno, como son flores, hojas, ramas, cojines florales, chupones, frutos de cosecha, frutos momificados, musgos, parásitas, otros hospederos y, sobre todo, la cáscara de los frutos y la capa superficial del suelo constituyen los mayores reservorio de inóculo infeccioso.

### Síntomas

*Phytophthora palmivora* afecta todos los órganos del huésped cacao: hojas, chupones, cojines florales, flores, frutos, tallos, ramas y raíces. El hongo coloniza las flores y frutos con necrosis, las hojas con manchas irregulares, los chupones con muerte regresiva, y los cojines florales, tallos, ramas y raíces con cáncer.

En los frutos ocasiona las mayores pudriciones y pérdidas, pues son sensibles a cualquier edad, iniciándose con una mancha de color pardo, de bordes regulares, de crecimiento muy rápido, que en un período de unos seis días alcanza a todo el fruto, recubriéndose dos días después de un micelio blanco lleno de esporangios. De ellos se originan esporas ciliadas que requieren de agua líquida para germinar y penetrar directamente los tejidos del hospedero. La pudrición interna de los frutos afectados es húmeda y se sucede en unos 15 días, sin embargo si la cosecha se realiza frecuentemente las almendras pueden desprenderse y beneficiarse, siendo aconsejable que se fermenten separadamente, para no dar mal olor y sabor a la masa de cacao.

En las hojas, el hongo se manifiesta por manchas pequeñas irregulares de color pardo que se expanden y provocan un quemado, los chupones presentan el ápice y las hojas necrosadas con muerte regresiva.

En el tallo, ramas y raíces, se presenta una manifestación muy severa del hongo, se trata de la formación de cánceres en cojines florales, tallos, ramas y raíces que, generalmente, conducen a la muerte de esos órganos o de toda la planta. Al cáncer por *Phytophthora* se le considera la enfermedad más antigua y generalizada a nivel mundial.

La primera manifestación del cáncer se detecta por el amarillamiento de las hojas en las ramas y en la copa del árbol, seguido de abundantes floraciones y sucesivas brotaciones foliares con hojas más pequeñas que las normales. En el área donde se localiza el cáncer en el tronco o ramas se observa una mancha de color oscuro, aceitosa, esponjosa que se agrieta y da salida a un exudado espeso de color rojizo. Al levantar la corteza del área manchada son visibles una o varias zonas ne-

crossadas de color púrpura, rodeadas de una línea fina oscura que separa las áreas sanas de las enfermas.

Generalmente, la ubicación del cáncer se corresponde con heridas causadas por podas, malas cosechas y desgarraduras no protegidas. Los hongos *Calonectria rigidiuscula*, *Fusarium* y *Lasiodiplodia* están frecuentemente asociados a esta sintomatología, así como insectos de los géneros *Scolytidae* y *Platypus*, los cuales provocan la oclusión del xilema y facilitan la colonización del hongo dentro del árbol.

En áreas al sur del Lago de Maracaibo, la sintomatología del cáncer es muy frecuente en las plantaciones ubicadas en las márgenes de los ríos Catatumbo y Escalante, motivado a la permanente humedad de los suelos debido al alto nivel freático. Una seria explosión de plantas muertas por cáncer se sucedió en 1980 en las localidades de Hernández, Río Frío y Río Moro, donde murieron unas 10.000 plantas de tipo Criollo en corto tiempo.

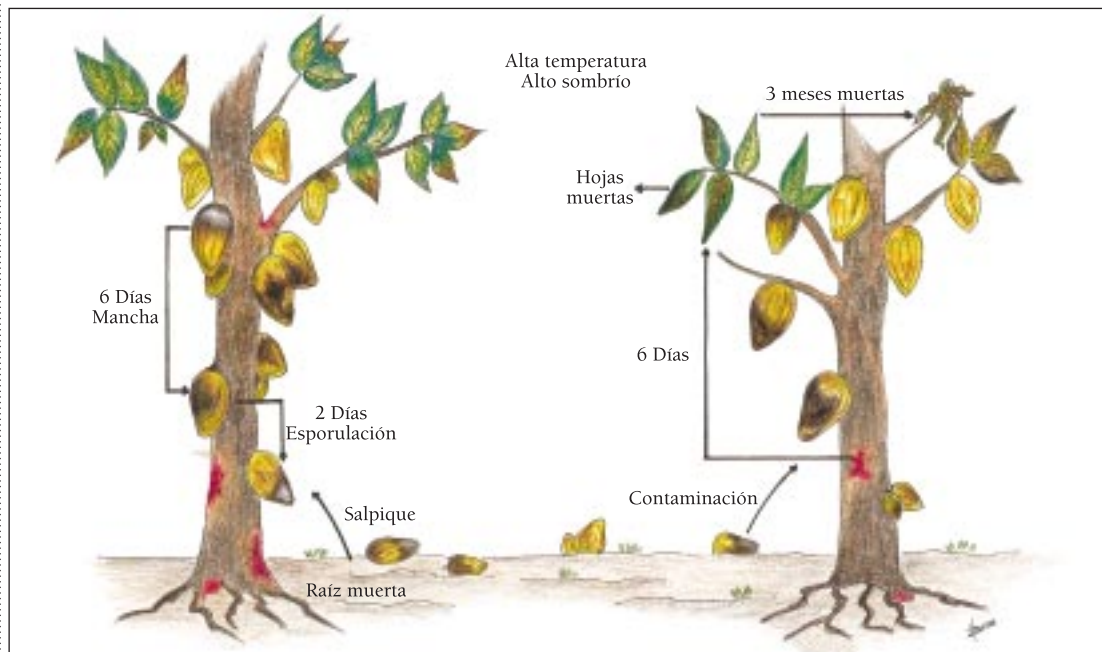
Similarmente, en Marcelo, estado Miranda, murieron rápidamente alrededor de 3.000 plantas de tipo Trinitario, con cáncer luego de una inundación. En las plantaciones de los valles de Aragua la manifestación de cáncer es frecuente, debido a la aplicación de riegos mal programados y muy prolongados.

La incidencia y severidad de los síntomas producidos por *Phytophthora* se ven favorecidas por las condiciones ambientales correspondientes a prolongadas precipitaciones, alta humedad ambiental, mucho sombrío, descensos de temperatura y, sobre todo, por la falta de drenajes e higiene en el manejo de las plantaciones (Fotos 47, 48 y 49).

**Ciclo de vida**

Mazorcas enfermas o momificadas constituyen una fuente primaria de infección, bien si están colgadas en los estratos superiores de las plantas o cercanos al suelo; también en las cáscaras de frutos, los musgos, las plantas hospederas y en

FIGURA 45.  
CICLO DE VIDA DE *P. PALMIVORA*  
(BUTLER)  
CAUSA PUDRICIÓN DE FRUTOS Y  
MUERTE DE RAMAS O PLANTAS  
POR CÁNCER



el suelo puede sobrevivir el hongo, constituyendo éste último el mayor reservorio del patógeno para iniciar nuevas infecciones al comenzar el período lluvioso y activarse las diversas formas sexuales y asexuales de reproducción. En condiciones de alta humedad, los propágulos son eliminados por las lluvias, el viento, los insectos (sobre todo las hormigas), las plagas mayores, el hombre, el agua de escorrentamiento y de salpique hasta cualquiera de los órganos sensibles de la planta para iniciar el ciclo de vida, el cual es corto y se cumple en apenas unos ocho días, requiriendo seis días para la aparición de manchas, y dos días después para la esporulación. En los cojines florales se producen cuantiosas pudriciones de flores, de chireles y de frutos por efecto del contagio entre los frutos sanos y enfermos, producto de cosechas tardías o de remociones insuficientes.

Los casos de cáncer se inician con la invasión de esporas en áreas del cojín floral, tallo, tronco o raíces, especialmente si están heridas; una semana después de la infección se manifiesta la marchitez del follaje, aparecen los hongos e insectos perforadores, y en un período aproximado de tres meses muere la planta (Figura 45).

### **Controles**

El control de esta enfermedad es difícil por varias circunstancias:

- El patógeno afecta todos los órganos de la planta en forma permanente, mediante diferentes propágulos infectivos, que se mantienen en latencia durante la época seca y se activan con las lluvias.
- El cultivo del cacao se desarrolla asociado con otras especies hospedadoras, lo que contribuye a mantener el inóculo infectivo.
- Al cultivo por lo general se le ubica en áreas de alta precipitación y denso sombrío, condiciones ideales para la sobrevivencia de especies de *Phytophthora*. Sin embargo, con la aplicación de un buen manejo de las plantaciones, sobre todo en lo que corresponde a drenajes funcionales, sombríos racionales, combate de malezas, fertilización, utilización de herramientas adecuadas para las labores de poda y cosecha, protección de heridas, cosechas frecuentes y, sobre todo, la fitosanidad referida a la remoción de frutos enfermos y al establecimiento de los sitios de corte para impedir la dispersión del inóculo y la contaminación de los suelos, se logra un buen control de la enfermedad.

El señalamiento de diferentes especies afectando al cultivo cacao ha complicado la determinación de material resistente al hongo en diversos países. La resistencia a *P. palmivora* parece ser de tipo horizontal y poligénica. Desde Brasil Lawrence (1978) reporta como resistentes los clones EET-59 y 376, Pound 7, UF 713 y 715, Scavina 6 y 12, Catango y Diamante. En Venezuela, el Scavina 6 destaca por su buen comportamiento a la enfermedad, así como las selecciones Ocumare 73, Santa Cruz 10, Pound 7, Parinari 30, y 121 y CEO-48 (PÉREZ, *et al*, 1972).

En un estudio realizado en Brasil (LUZ, *ET AL*, 1996) evaluando el comportamiento de 82 genotipos de la colección CEPLAC a tres especies: *P. citrophthora*, *P. capsici*, *P. palmivora* sólo dos de ellos el PA-3 y el PA-150 se comportaron como resistentes. Dicho estudio refleja el comportamiento de los otros genotipos.

Actualmente se están aplicando técnicas genéticas, bioquímicas y molecula-

res para comprender la taxonomía de las especies y establecer la sistemática del género *Phytophthora* (LUZ, MATSUOKA, 1996).

Nuevas estrategias válidas de control se están utilizando actualmente para el combate de la pudrición parda de los frutos y cáncer, tales como:

- El uso de inyecciones de fosfato de potasio en el tronco, la colocación de bandas-trampas para capturar insectos, el establecimiento de coberturas protectoras sobre el suelo y la colocación de bandas empapadas en fungicida para que actúen por escurrimiento.

Capriles de Reyes y Marín (1981) encontraron que el Ridomil MZ-72 (metaxil), en dosis de 300 g/h, aplicado una sola vez al inicio de cada pico mayor de cosecha dirigido a los frutos, alternando con un fungicida cúprico como Cuprosan, en dosis de 2 kg/ha, proporciona un magnífico control.

- Para el caso del cáncer, es necesario realizar una cirugía local de limpieza de las áreas necrosadas y proteger seguidamente con Ridomil, a la dosis de 1 g/litro.

- La vía del control biológico también ha sido explorada, encontrándose que los *Aspergillus A. tamarisii*, *A. terreus*, *A. giganteus*, *A. flavus* y *Penicillium funiculosum* y *P. purpurens*, son antagonistas al hongo (FIGUEREIDO Y MEDEIROS, 1977). Otras investigaciones de Bastos y Figueredo (1983) señalan que filtrados de *Cladobotryum amazonense* inhiben la capacidad de producir lesiones in vivo de las especies *P. palmivora*, *P. capsici* y *P. citrophthora*.

#### **Labor clave**

- Mantenimiento de la sanidad de la plantación con cosechas frecuentes y establecimiento de sitios de corte para los frutos.

#### **COMPLEJO CERATOCYSTIS-XYLEBORUS, MAL DE CHORONÍ, MAL DE MACHETE**

**Agente etiológico:** *Ceratocystis fimbriata* Ellis y Halsted.

**Clase:** *Euscomicetos*. **Orden:** *Microascales*. **Familia:** *Ophistomataceae*.

#### **Origen y distribución**

Rorer (1919), en Ecuador, estudió la enfermedad y responsabilizó al hongo *Sphaeronema* como su agente causal y denominó la enfermedad “mal de machete”, relacionándola así con su transmisión por las herramientas de trabajo; Garcés (1940) la señala en Colombia, y en 1951 aparece en Choroní, Venezuela; Malaguti (1952) la describe y atribuye su etiología a *Ceratostomella fimbriata*.

La enfermedad tiene una amplia distribución mundial, estando presente en Ecuador, Colombia, Guayana, Perú, Costa Rica, México, Guatemala, República Dominicana, Trinidad, Jamaica, Haití, Filipinas, Sri Lanka, Fidji y Nueva Guinea. En Brasil y en Africa Occidental afecta otras especies.

Malaguti (1956) refiere la muerte de más de un millón de árboles de los valiosos Criollos en los valles centrales de Aragua, Venezuela. Desde 1960, se hace presente en las áreas cacaoteras del estado Sucre donde igualmente se sucedió la muerte de cerca de un millón de plantas. Luego, Capriles de Reyes (1972) la reporta en el área cacaotera de El Jobito, situada en la serranía limítrofe de los esta-

dos Miranda y Guárico; en 1978 aparece en el área de Chaguaramas, estado Miranda y recientemente Capriles de Reyes y Ramos (1999) la confirman en Hernández, estado Mérida, lo cual amerita un levantamiento fitosanitario en dichas áreas.

#### **Hospederos**

El hongo afecta más de 50 familias de plantas, siendo común en café (*Coffea arabica*), batatas (*Ipomea batata*), crotalaria (*Crotalaria anagyroides*), frijol (*Cajanus spp*), yuca (*Manihot esculenta*), mango (*Mangifera indica*), caucho (*Hevea brasiliensis*) y coco (*Cocos nucifera*), y otras especies muy frecuentes en cacaotales.

#### **Importancia económica**

Su agresividad para causar la muerte súbita de toda la planta colonizada, su asociación con insectos transmisores y su presencia en los árboles aparentemente sanos que difunden la enfermedad, lo convierten en uno de los males más devastadores y de difícil control que afectan al cultivo cacao, con un saldo de muchas plantaciones abandonadas en varios países de América, especialmente en Trinidad, Colombia, Ecuador y Venezuela. La presencia de *Ceratocystis fimbriata* en un área cacaotera representa un alto riesgo, pues, una vez que se establece el hongo, pueden morir miles de árboles en forma rápida, sin dar oportunidad de aplicar controles. En Venezuela, actualmente la enfermedad persiste en forma endémica en las áreas cacaoteras señaladas.

#### **El hongo**

*Ceratocystis fimbriata* (Ellis y Halsted) presenta un micelio de hifas septadas muy ramificadas, que producen dos tipos de esporas asexuales: endoconidias y macroconidias. Las primeras son alargadas, hialinas, miden de 15 a 40 micras de largo por 4 a 5 micras de ancho. Se forman en conidioforos rectos, septados, diferenciados, los cuales se rompen liberando las conidias solas o en cadenas. Las macroconidias son ovales, elipsoidales o redondeadas de pared gruesa, miden de 10 a 15 micras de largo por 5 a 10 micras de ancho, se producen en hifas especializadas a manera de clamidosporas apicales o intercalares, que al madurar se separan, quedando libres o en cadenas.

La reproducción sexual se sucede en peritecios de color oscuro y forma de botella que miden 150-200 micras de diámetro, de cuello largo, semitransparente que remata en un ostíolo con un haz de fibras rígidas, a las cuales se adhieren las ascosporas. Los peritecios se forman después de la fusión de los filamentos de ambos sexos y aparecen aislados, superficial o parcialmente sumergidos en el sustrato, visibles a simple vista. En el interior de los peritecios se producen ascas evanescentes, cuyas paredes se disuelven rápidamente, dejando las ascosporas libres, las cuales son hialinas, redondeadas, globosas y miden de 4 a 7 micras, salen a través del ostíolo unidas por una sustancia mucilaginosa.

Ambos tipos de conidias son infectivas y se producen por miles en las galerías realizadas por los insectos. La infección por el hongo precede al ataque de los insectos.

#### **Sintomatología**

El hongo puede afectar plantas de cualquier edad, como primer síntoma apa-

rente ocurre el amarillamiento de las hojas más distantes del punto donde se inicia la infección, las cuales presentan zonas de color verde oscuro entre las nervaduras, rápidamente se marchitan, toman una coloración marrón, uniforme, se encrespan y se enrollan ligeramente en su eje vertical, quedando secas y colgantes por varias semanas. Luego del síntoma de marchitez sobreviene la muerte súbita en toda la planta, en un período en unos diez días.

En las ramas, tronco y raíces superficiales se pueden localizar áreas secas, deprimidas con numerosas perforaciones por insectos, fácilmente detectables por los montoncitos de aserrín en las perforaciones y al pie de las plantas. Al levantar la corteza se observan manchas únicas o múltiples de color gris azulado que crecen en sentido cortical y medular, totalmente cruzadas por galerías, donde se desarrollan los diferentes estadios de los insectos: huevos, larvas, pupas y adultos; allí aflora el micelio del hongo con sus peritecios en forma de botella.

Estas manchas pueden presentarse desde la base del tronco hasta la zona de la horqueta y ramas, también al descubrir la zona radical se pueden observar áreas necrosadas y perforaciones de insectos. En los frutos no se observa ninguna sintomatología aparente y permanecen colgantes. El período de incubación del hongo es lento, pudiendo pasar más de un año para presentarse los síntomas de marchitez foliar y luego de inmediato se sucede la muerte súbita de toda la planta.

La enfermedad es de tipo endovascular, la planta afectada emite tilosas que obstruyen los vasos conductores del xilema e impiden la suplencia de agua, muriendo de deficiencia hídrica. La distribución de plantas enfermas en el campo es irregular, obedeciendo a los patrones de vuelo de los insectos, aunque pueden sucederse muertes más rápidas por lotes, si hay contaminación por las raíces. Una vez que se desencadena una epidemia, los insectos pueden atacar plantas vigorosas, débiles, enfermas, moribundas, muertas o recién cortadas, sucediéndose varias generaciones de ellos, antes de observarse los síntomas de marchitez en la planta, por ello la remoción temprana de plantas enfermas y muertas reviste gran importancia para el éxito de los esquemas de manejo. Si la epidemia no se controla al inicio las poblaciones de insectos y del hongo se multiplican rápidamente y se magnifica la enfermedad.

*Ceratocystis fimbriata* es, frecuentemente, el agente causal de la muerte de injertos en las áreas afectadas.

### **Los insectos**

Los insectos involucrados pertenecen, en su mayoría, a la familia *Scolytidae*, siendo la especie más numerosa y primaria *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius). Se han reconocido alrededor de 60 especies de coleópteros asociados al cultivo cacao en Costa Rica, Brasil, Ecuador, Trinidad y Venezuela siendo la mayoría de las especies secundarias, pues atacan árboles muertos o en proceso de morir. Saunders (1964) reporta las especies *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius) y *Xyleborus posticus* (Eichoff) como especies primarias por atacar árboles aparentemente sanos. En Venezuela Reyes, *et. al.* (1977), encontraron seis géneros y 21 especies de insectos diferentes asociadas a la enfermedad. Sólo *Xyleborus ferrugineus* actuaba como perforador primario, atacando plantas sanas, siendo el más frecuente y numeroso.

## CAPÍTULO VII

FIGURA 46.  
CICLO DE VIDA  
DE *CERATOCYSTIS FIMBRIATA*  
CAUSA LA MUERTE SÚBITA  
DE LAS PLANTAS

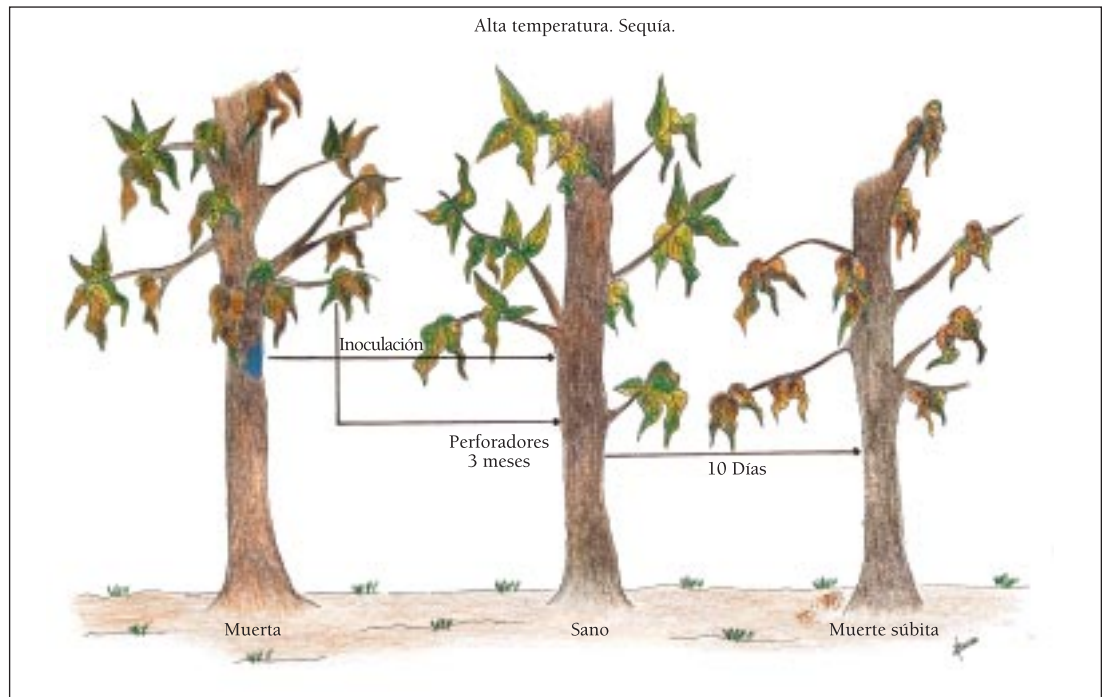


FOTO 51.  
PLANTA MUERTA  
POR MAL DE CHORONÍ

FOTO 52.  
DETALLE DE TRONCO PERFORADO  
POR *XYLEBORUS*



La época seca propicia la multiplicación insectil, la presencia de heridas favorece la penetración del hongo, las especies hospederas determinan su permanencia en la plantación, y las plantas susceptibles constituyen el nicho ideal para la multiplicación del binomio *Ceratocystis-Xyleborus*. La enfermedad ha sido encontrada en variadas condiciones, Spence (1958) la considera como un efecto secundario de una sequía poco común, mientras que Malaguti (1956) menciona mayores incidencias, después del período lluvioso y reporta la mayor severidad entre 500 y 1.200 m de altura, Orellana (1955) encuentra la enfermedad a bajas elevaciones.

Saunders (1965) considera que las condiciones adversas al crecimiento de la planta son las mismas que favorecen la implantación y desarrollo del hongo, y relaciona el número de *Xyleborus* que atacan a las plantas con el contenido de humedad del tronco. En Venezuela, la enfermedad se ha localizado en áreas secas de baja humedad ambiental, como son los valles de Aragua y en el estado Sucre, donde se hace necesario riego suplementario pues las plantas sufren de estrés hídrico.

*Xyleborus ferrugineus* no es específico en cacao, puede atacar muchas otras especies. En Venezuela también se le encuentra en áreas cacaoteras libres de *Ceratocystis fimbriata*.

### Ciclo de vida

La infección de plantas sanas se inicia con la deposición de esporas, provenientes de plantas enfermas o muertas presentes en el cacaotal, la colonización está favorecida por la presencia de heridas, bien sea provocadas por insectos perforadores, traumas eólicos, mal uso de los implementos de trabajo o por la exposición de heridas no protegidas, así el hongo *C. fimbriata* se localiza en los vasos del floema, donde inicia su colonización y se sucede la atracción a los insectos *Scolytidae* comprometidos en el complejo, los cuales son xylomicetófagos que despliegan una

gran actividad abriendo numerosas perforaciones, cámaras y galerías independientes, que son invadidas por el hongo con su micelio y formas reproductivas. Los insectos machos no vuelan, pero las hembras vírgenes sí y, con su cuerpo contaminado de esporas, vuelan hacia árboles sanos para nutrirse o son atraídos por árboles débiles, enfermos o moribundos, mediante sustancias odorantes, seleccionando los sitios de ovoposición y reproducción, y desde allí, emiten feromonas de alarma para atraer a los machos, los cuales acuden masivamente para realizar la cópula y dar continuidad al ciclo.

El período de colonización del hongo puede ser largo, de 15 a 18 meses, pero al manifestarse los primeros síntomas de marchitez foliar sobreviene la muerte súbita de la planta en un período de unos diez días (Figura 46, Fotos 51, 52).

#### **Controles**

La enfermedad es de complicado control por varias razones, como son:

- El corto período de tiempo entre síntomas aparentes y la muerte de la planta, lo que impide la aplicación de tratamientos.
- Las asociaciones del patógeno con insectos transmisores.
- La forma endovascular de actuar el patógeno, por lo que los fungicidas de contacto, de uso común en plantaciones, son ineficaces.
- La constitución genética de las poblaciones cacaoteras venezolanas con abundantes genes de tipo Criollo, en su mayoría muy susceptibles a *Ceratocystis fimbriata*.
- El hongo es un parásito de heridas, las cuales son frecuentes en las labores de manejo del cultivo.

Hay aspectos del mantenimiento de las plantaciones bajo un buen esquema de manejo integral, donde se apliquen: el riego y la nutrición requeridos, el control de malezas, el sombrero racional, y sobre todo la programación de las labores de poda y cosecha, donde se contemple la desinfestación de herramientas, la protección de heridas y la frecuente supervisión del cacaotal para detectar tempranamente plantas marchitas o muertas, que de inmediato deben ser quemadas en el sitio. Los productores asentados en áreas afectadas deben recibir entrenamientos para un mejor manejo de la enfermedad.

Indudablemente que la vía más persistente de control es la siembra de material resistente.

La evaluación de la resistencia se realiza mediante el método de corteza (CAPRILES DE REYES Y REYES, 1969), el cual es fiel, sencillo, rápido, repetible, no contaminante y permite evaluar gran número de plantas al mismo tiempo, sin arriesgar las plantas bajo estudio. La fidelidad del método de la corteza fue comprobado por Capriles de Reyes y Mijares (1980), realizando inoculaciones quincenales durante dos años, sobre clones resistentes, medianamente resistentes y susceptibles, encontrándose un comportamiento estable y mantenido en clones resistentes y susceptibles, y variable en clones de mediana resistencia.

#### **Resultados:**

- *Material resistente:* Chuao 45, Chuao 120, IMC-11, IMC-67, Pound-12.
- *Material tolerante:* cruces de Criollos y Trinitarios por IMC-11, IMC-67 y

Pound-12, los cuales dan progenies vigorosas y muy productivas.

- *Material susceptible*: ICS 1, 9, 20, 60 y 75, Ocumare 67, Choroní 42 y 174, Porcelana, La Concepción 166, San Gregorio, Santa Bárbara, Torno 3, Panaquirito 75 y las series Catongo, SIAL y SIG, Scavina 6 y 12.

La resistencia a *Ceratocystis fimbriata* parece ser cuantitativa, poligénica y de acción recesiva, siendo la susceptibilidad dominante controlada por uno o más genes independientes de igual acción o por un par de genes mayores con modificadores, lo que permite rescatar resistencia entre selecciones de tipo Criollo (REYES, 1969).

Una investigación de Capriles de Reyes y Reyes (1968) sobre la constitución bioquímica de clones resistentes y susceptibles, inoculados y sin inocular con *C. fimbriata*, demostró que la resistencia es de tipo pasiva, donde los factores de resistencia se encuentran en la planta antes de la infección, siendo un éster del ácido gentísico, el gentisolyl-glycosido el que aumenta a niveles de fungitoxicidad en los tallos de las plantas resistentes, como producto de la interacción huésped-patógeno. En cambio, en las plantas susceptibles se produce un descenso importante de esas sustancias cuando se inoculan con el mismo patógeno. Esta metodología permite la identificación precoz de genotipos resistentes.

Antes de la erradicación de plantas enfermas o muertas es conveniente proteger los árboles sanos con fungicidas e insecticidas sistémicos, como: Benlate (benomil) o Bavistin (carbendazin) en dosis de 300 g/ha, mezclado con Lannate (metomil) 500 cc/ha, dirigidos a los troncos y ramas para descender las poblaciones del hongo y de los insectos.

Otras posibilidades de control que se visualizan son:

- El uso de bandas empapadas con feromonas sintéticas colocadas en las plantas para que alteren el comportamiento de los *Xyleborus* machos.
- La utilización de rivales biológicos, como bacterias antagonistas que combatan al hongo.
- La inyección de árboles con atrayentes-trampas a las poblaciones insectiles.

En el aspecto legal deben promulgarse medidas de cuarentena, para evitar el traslado de material vegetativo de áreas enfermas a áreas sanas.

#### **Labores clave**

- Erradicación y quema de árboles marchitos y muertos, utilización de herramientas desinfectadas, protección de heridas y siembra de materiales resistentes a la enfermedad.

- Control de los insectos vectores.

#### **ANTRACNOSIS**

**Agente etiológico:** *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Sacc.

**Clase:** Deuteromiceto. **Orden:** Melanconiales. **Familia:** Melanconiaceae.

#### **Origen y distribución**

Delacroix (1905) registró la enfermedad en las colonias francesas en Africa, posteriormente fue reportada desde Surinam, Indias Occidentales, La Costa de Oro,

## CAPÍTULO VII

y en países cacaoteros de América: Ecuador, Colombia, Venezuela, Trinidad, Costa Rica y Brasil. Su distribución es mundial sobre cacao y presenta muchos hospederos en plantas tropicales.

### **Hospederos**

Además del cacao, el hongo afecta varias especies frecuentes en cacaotales como aguacates (*Persea americana*), bananos (*Musa spp.*), mango (*Mangifera indica*), chirimoya (*Annona cherimola*), guanábana (*Annona muricata*), café (*Coffea arabica*), frijoles (*Phaseolus vulgaris*), cítricos (*Citrus spp.*).

### **Importancia económica**

El hongo puede afectar hojas, ramas, tallos, flores y frutos de cacao, su presencia tiene consecuencias graves sobre los rendimientos, al disminuir la capacidad fotosintética de las plantas y destruir las futuras cosechas, al necrosar gran cantidad de frutos pequeños.

### **El hongo**

Tiene un crecimiento micelial aéreo de color gris, forma acérvulos subepidérmicos con setas oscuras típicas, al lado de los conidioforos, los cuales son simples y elongados, dando origen a conidias hialinas, ovoides u oblongas que se agrupan en masas de color salmón. La forma sexual ascógena, *Glomerella cingulata*, es frecuente en cacaotales.

### **Sintomatología**

*C. gloeosporioides* afecta varios órganos de las plantas:

**En el follaje:** las hojas tiernas son las más sensibles y los síntomas se visualizan mejor en el envés, donde aparecen puntos necróticos pequeños de color pardo oscuro rodeados de un halo clorótico, otras veces una mancha parda uniforme se inicia en el ápice de las hojas y avanza en forma triangular, necrosando la lámina y las nervaduras central y secundarias, hasta alcanzar aproximadamente un tercio de las hojas, las cuales se encrespan sobre su eje horizontal en forma característica, la necrosis avanza a los pulvínulos y al pecíolo de las hojas, que luego mueren y se desprenden. El hongo continúa hacia las ramas y el tallo, ocasionando manchas húmedas y oscuras que necrosan los tejidos apareciendo las ramas muertas, defoliadas, denominándose esta sintomatología “cacho de venado”.

En plantaciones muy expuestas a la luz y al iniciarse el período lluvioso se suceden las brotaciones de tejidos tiernos, preferidos por el hongo y, si no son realizadas las podas sanitarias, la suplencia de nutrientes y los correctivos al exceso de luz, se crea un desequilibrio en las plantas que facilita la colonización del hongo sucediéndose repetidas brotaciones que debilitan y matan las ramas.

**En flores:** los botones florales y las flores presentan puntos necróticos que se hacen coalescentes ocasionando su marchitez y muerte.

**En frutos:** la enfermedad es muy agresiva cuando los frutos están pequeños; inicialmente se observan puntos oscuros que desarrollan manchas pardas hundidas, sobre las cuales se forma una masa de conidias de color naranja. Gran número de chireles detienen su crecimiento, son flácidos y permanecen momificados en las ramas. Internamente, la necrosis invade los tejidos corticales, las semillas no se desarrollan y las cavidades se llenan de una sustancia gelatinosa.



FOTO 53.

CHIRELES Y FRUTOS AFECTADOS  
POR *C. GLOEOSPORIOIDES*



FOTO 54.

HOJAS DE CACAO AFECTADAS  
POR ANTRACNOSIS

## CAPÍTULO VII

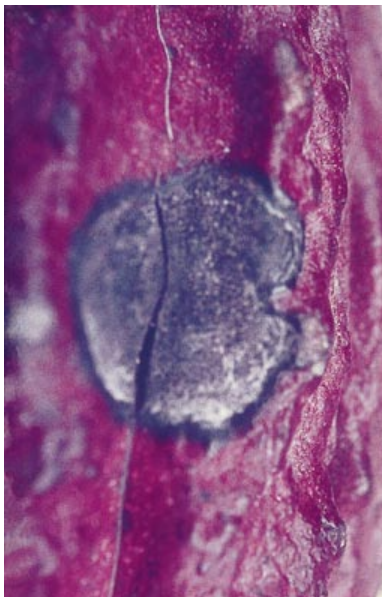


FOTO 55.  
MANCHA EN FRUTO CAUSADA  
POR ANTRACNOSIS,  
PRESENTANDO RAJADURA

FIGURA 47.  
CICLO DE VIDA  
DE *C. GLOEOSPORIOIDES* (PENZ)  
CAUSA ANTRACNOSIS EN FRUTOS,  
HOJAS Y RAMAS



Si los frutos son afectados en mediano desarrollo o cercanos a su madurez, presentan externamente una o varias manchas pardas oscuras, aisladas y hundidas, las cuales pueden hacerse coalescentes y recubrirse con las conidias anaranjadas del hongo; generalmente la mancha es superficial y no alcanza a dañar las semillas. En muchos casos las manchas presentan rajaduras, lo cual facilita las asociaciones con otros patógenos del cultivo: *Fusarium*, *Lasiodiplodia* y *Phytophthora*.

Otro síntoma muy frecuente en los frutos es la presencia de una mancha en el ápice, dura, comprimida, de color negro rodeada de un halo amarillo que crece en forma ascendente y ocasiona la necrosis del área.

En las hojas y ramas caídas al suelo pueden formarse estructuras sexuales y asexuales del hongo y ser diseminadas por las lluvias, los insectos y el viento, pudiendo sucederse infecciones durante todo el año. Las plantitas de vivero son frecuentemente afectadas (Fotos 53, 54 y 55).

### Ciclo de vida

En hojas, ramas o frutos enfermos colgantes o en el suelo, se forman las conidias, que al ser llevadas por el viento, el agua de escorrentía o de salpique o por los insectos inician las contaminaciones en la plantación. El período de infección a los frutos y al follaje es rápido: en ocho días se observan los primeros puntos necróticos y luego en unos diez días aparecen las manchas, sobre las cuales unos tres días después brotan las conidias del hongo, capaces de iniciar el ciclo (Figura 47).

### Control

Cambios drásticos en el microclima de las plantaciones por raleo del sombrío, sin suplencias nutricionales, en especial con carencias de nitrógeno y potasio, facilitan la colonización por el hongo. Por ello, la racionalización del sombrío y la fertilización son componentes necesarios en el manejo de la enfermedad.

Las prácticas fitosanitarias de poda de ramas enfermas, por debajo de las áreas necrosadas, y la remoción y quema de los chireles afectados colgantes al final de las cosechas mayores, son labores indispensables para reducir el inóculo potencial.

En Venezuela se han realizado pocos estudios referentes al comportamiento de cultivares frente al patógeno. Se ha observado que el cacao tipo Porcelana es altamente susceptible al hongo, presentando en la mayoría de sus manchas agrietamientos acentuados. En plantaciones comerciales, los productos Dithane M-45 (Mancozeb), en dosis de 5 g/l o Benlate (Benomyl) en dosis de 1 g/l, adicionados con urea al 2%, aplicado luego de la poda sanitaria al inicio de los períodos de lluvias, proporcionan buenos controles.

### Labor clave

- Regularización del sombrío, fertilización y fitosanidad.

### AGALLAS DEL CACAO

**Agentes etiológicos:** *Calonectria rigidiuscula*. (Berk y Br.) Sacc.

(forma imperfecta). *Fusarium decemcellulare* (Brick), *Fusarium roseum*.

**Clase:** Ascomiceto. **Orden:** Hipocreales. **Familia:** Nectriaceae.

### **Origen y distribución**

La enfermedad fue señalada por primera vez en Guayana, por Bartlett (1905), y en Trinidad por Rorer (1911), sin atribuirle importancia económica. Luego los informes de Garcés (1940) en Colombia; de Kevorkian (1951) en Nicaragua; de Hutchins (1958) en Costa Rica y de Malaguti (1958) en Venezuela, evidenciaron la incidencia y severidad de la enfermedad en plantaciones cacaoteras. Existe en casi todos los países cacaoteros del mundo, con altas incidencias en Nicaragua, Colombia, Papua y Nueva Guinea y Venezuela, donde es frecuente en plantaciones del sur del Lago de Maracaibo, de los valles de Aragua y de Soro, estado Sucre.

### **Importancia económica**

Las agallas se forman generalmente en los cojines florales, ocupando los sitios de fructificación e incidiendo negativamente en la producción, ya que las plantas afectadas se hacen improductivas. Las agallas de puntos verdes, las florales y las de abanico son las que más afectan la producción.

### **Hospederos**

Numerosas especies presentan sintomatologías similares a las agallas de puntos verdes: mamón (*Melicocca bijuga*), aguacate (*Persea americana*), onoto (*Bixa orellana*), bucare (*Erythrina spp*), rosál (*Rosae spp.*), melón (*Cucumis melon*), girasol (*Helianthus annuus*), quinchoncho (*Cajanus cajan*), uña de danta (*Philodendron*), guamo (*Inga spp.*), y ciruelo (*Prunus domestica*).

Huéspedes alternativos para los otros tipos de agallas no han sido señalados.

### **El hongo**

Hutchins (1959) en Costa Rica y Gorenz (1960) en Nicaragua reportan la transmisión de la enfermedad mediante injerto de tejidos enfermos a plantas sanas. Malaguti y Capriles de Reyes (1963) estudian la sintomatología desde 1958 y logran reproducir la enfermedad, inoculando semillas con cultivos de *Calonectria rigidiuscula* (forma imperfecta). Brunt y Wharton (1962), en Ghana, obtienen agallas típicas con inoculaciones de semillas y pedúnculos de frutos, con un aislado de *C. rigidiuscula* (forma imperfecta).

Posteriores trabajos llevados a cabo en Venezuela y Costa Rica por Hansen y Capriles de Reyes, (1963) indujeron la formación de agallas de puntos verdes con *C. rigidiuscula* (forma imperfecta).

Hansen (1963) identificó a *Fusarium roseum* como agente etiológico de las agallas del cacao en Nicaragua y a las especies *F. moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. solani* asociados a estas malformaciones.

Del hongo *Calonectria rigidiuscula* existen clones homotálicos y heterotálicos, los primeros no inducen la formación de agallas, forman peritecios amarillos frecuentes en los frutos en el suelo, sus ascas tienen cuatro ascosporas y son comúnmente asociados a heridas, cánceres, injertos, manchas en frutos y muertes regresivas ocasionadas por otros patógenos o actúan como saprofitos.

En cambio, los clones heterotálicos son patogénicos, presentan dos tipos de compatibilidad (+) y (-) son autoestériles y sólo cuando se cruzan con un micelio de tipo opuesto pueden producir peritecios, cuyas ascas contienen entre cuatro y ocho ascosporas que inducen la formación de agallas. Los peritecios no han sido encontrados libremente en la naturaleza.

*C. rigidiuscula* (forma imperfecta), presenta un micelio algodonoso de tonalidades púrpura, con conidioforos variables, que originan dos tipos de conidias: las macroconidias que miden de 50 a 60 micras de largo por 5 a 6 micras de ancho, son pluriseptadas y con forma típica de canoa, y las microconidias de forma ovoide u oblonga miden de 5 a 9 micras de largo, por 3 a 5 micras de ancho, son unicelulares y se presentan solas o en cadenas, los esporodoquios aparecen como abundantes masas de color amarillo, las ascosporas sexuales se forman en peritecios. La especie no forma clamidiosporas. *Fusarium decemcellulare*, su anamorfo, igualmente es responsable de la producción de agallas de puntos verdes.

#### **Sintomatología**

Bajo la denominación de agallas se agrupa una sintomatología muy variada que se presenta en el tronco y en ramas de plantas de cacao, generalmente en los cojines florales con hiperplasias, hipertrofias y desorganizaciones meristemáticas como flores en ramillete, ramillas, ramas, hojas y otras tumoraciones que ocupan las áreas de fructificación del árbol y que progresivamente conducen a la improducibilidad de los árboles. Se presentan varios tipos que se describen a continuación.

**Agallas de puntos verdes:** es la sintomatología más frecuente y consiste en tumoraciones globosas que nacen a cualquier altura del tallo o de las ramas generalmente en los cojines florales o en las áreas pedunculares de las hojas. Están conformadas por aglomerados de yemas verdes, sésiles, de color verde brillante, compactas, con apariencia de coliflor, que se adhieren a las plantas por un pedúnculo central corto y leñoso; en los cojines afectados se forman ramillas y algunos frutos.

Las agallas varían de tamaño, alcanzando hasta unos 16 cm de diámetro, pudiendo ocupar todo el cojín floral e impidiendo la formación de frutos. Otra manifestación se presenta en las ramas, como múltiples agallas de puntos verdes de pequeño tamaño y consistencia esponjosa.

Las plantas pequeñas de vivero pueden presentar agallas de puntos verdes en la zona cotiledonar y en los verticilos foliares, considerándose un carácter transmisible a través de la semilla y deben ser erradicadas.

La aparición y la muerte de las agallas siguen un patrón durante el año. Capriles de Reyes, Solórzano y García (1977) encontraron que se forman durante las épocas secas del año y en los períodos lluviosos toman una coloración marrón, se necrosan, secan y desintegran. Tienen un promedio de vida de cinco a seis meses.

**Agallas florales:** aparecen como ramilletes de flores en los cojines florales, con una dinámica formación de flores, que van muriendo sucesivamente, pero no se desprenden y ocupan los sitios de producción de la planta.

**Agalla de perilla:** son nudosidades o abultamientos leñosos y duros, de superficie lisa y de color marrón, se forman en el tallo o en las ramas, con mayor fre-

## CAPÍTULO VII



FOTO 56.

AGALLAS DE PUNTOS VERDES SECAS  
EN TALLO Y RAMAS DE CACAO

FOTO 57.

AGALLA FLORAL EN COJÍN

FOTO 58.

AGALLA DE ABANICO EN COJÍN

cuencia por debajo de los verticilos foliares. Pueden alcanzar hasta 6 cm de diámetro y persisten por largo tiempo en los árboles.

**Agallas de abanico:** en los cojines florales aparecen largas ramas muy ramificadas, de entrenudos cortos y gruesos, sobre los cuales nacen miles de flores, la agrupación de esos ramos forman especies de abanicos y los cojines son improductivos.

**Agallas lobulares:** son de color marrón y nacen en tallos o ramas, su estructura no es compacta sino conformada por abiertas crestas o lóbulos.

La incidencia y severidad de los diferentes tipos de agallas difieren de acuerdo con los cultivares, la edad de las plantas y las diversas condiciones ambientales. En evaluaciones realizadas en Venezuela las mayores incidencias se han encontrado en condiciones de alta luminosidad, en suelos fertilizados y durante las épocas de menor precipitación (Fotos 56, 57 y 58).

Los híbridos vigorosos presentan gran número de agallas cuando se activan los cojines florales e inician la fructificación, al avanzar en edad, la formación de agallas tiende a disminuir siendo los cacaos clonales menos susceptibles que los híbridos. Por ello, plantas bajo altas densidades de siembra y con un sombrero racional deberían alcanzar su etapa productiva en forma más equilibrada.

### Controles

La remoción de agallas dependerá mucho de la incidencia y severidad de la infección; a las plantas jóvenes que presenten pocas agallas se les podrá aplicar una cirugía vegetal, removiendo las agallas y parte de la corteza, con posterior desinfección con una pasta fungicida cicatrizante. Árboles jóvenes con buena capacidad productiva y que presenten gran número de agallas en las ramas, deben ser podados por debajo del área afectada e igualmente proteger las heridas. El material de poda deberá sacarse de la plantación y quemarse. La enfermedad es sistémica y plantas muy afectadas deberán erradicarse.

En cuanto al comportamiento, la literatura nos presenta el caso de los clones UF-29 y UF-273 como resistentes a la enfermedad. En evaluaciones dirigidas, mediante la inoculación de semillas, Capriles de Reyes (1977) encontró como material tolerante los clones: Santa Cruz 6-10 y 12, y como material altamente susceptible: Choroní 31, Ocumare 60, 66 y 67. Colombia 6, Panaquirito 72, La Mariquita 169, Peniche 158, La Concepción 164, UF 667 y 677, Porcelana.

Luego de numerosas pruebas de fungicidas de contacto, erradicantes y sistémicos para prevención o control de la enfermedad, Capriles de Reyes, *et al.* (1977), encontró que el Benlate resultó ineficiente para su control y que el Actidione (ciclohexamida) en dosis de 0,6 ml/l, aplicado al tronco en frecuencia mensual, después de un año inhibió la formación de agallas y elevó los niveles de producción con frutos sanos, libres de otros patógenos: *C. pernicioso*, *P. palmivora*, *C. gloeosporioides* y *L. theobromae*. Nuevos productos sistémicos deben ser evaluados.

Es de carácter prioritario la revisión de plántulas en viveros, ya que frecuentemente presentan la sintomatología de agallas de puntos verdes apicales o cotiledonares, las cuales deben descartarse como material de siembra.

**Labores clave**

- Erradicación de árboles muy afectados y siembra de plantas sanas y tolerantes.

**ENFERMEDADES DE MENOR IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO CACAO EN VENEZUELA.**

**MANCHA DE AGUA**

**Agente etiológico:** *Phytophthora megasperma* Dreschler.

**Clase:** Oomicetos. **Familia:** Pytiacea. **Orden:** Perosnosporales.

**Origen y distribución**

La pudrición de los frutos conocida como mancha de agua por los agricultores fue señalada por González (1965), su etiología determinada por Reyes, Capriles de Reyes y Escobar (1972), y confirmada por Frezzi (INTA, Argentina).

Sólo en el área cacaotera del sur del Lago de Maracaibo, en Venezuela, ha sido señalado este patógeno.

**Importancia económica**

Aunque la enfermedad se encuentra confinada en áreas cacaoteras de los estados Mérida y Zulia, afectando los frutos de cacao, tiene importancia al provocar la pudrición de los frutos mermando la rentabilidad del cultivo. Ocasionalmente se le ha encontrado superando las pérdidas debidas a *P. palmivora*.

**Hospederos**

*P. megasperma* ha sido reportada sobre las cítricas (*Citrus limonie*, *C. sinensis*, *C. paradisi*) en *Althaea rosae* y en garbanzos (*Cicer aurientium*), causando prodredumbre radical, y en cultivos de soya (*Glycine soja*).

**El hongo**

Las características de *Phytophthora megasperma* son: micelio de contenido citoplasmático granuloso, sumergido en el medio, muy arborescente, seguido de un desarrollo aéreo pobre, semicompacto, que al envejecer toma una coloración crema. Los esporangios se forman abundantemente sobre filamentos, son de forma ovoidal, no papilados, con un poro de dehiscencia ampliamente abierto en el ápice.

En agua estéril liberan de 1 a 45 zoosporas, biciliadas de forma reniforme, que emiten de uno a tres tubos germinativos. La especie es homotática, los oogonios hacen su aparición tempranamente, son esféricos, de pared lisa y contenido granuloso, las oosporas llenan su cavidad casi completamente.

Los anteridios son simples, provistos algunas veces de un lóbulo distal, predominantemente paraginos, a veces anfiginos. La especie no produce clamidosporas.

**Sintomatología**

Sobre los frutos de cacao de cualquier edad se presenta una mancha de color chocolate claro, de bordes regulares bien definidos, que progresan en todos los sentidos, llegando en un período de 10 a 12 días a cubrir totalmente la mazorca con un micelio blanco difuso. Internamente el hongo produce la necrosis de las

## CAPÍTULO VII



FOTO 59.  
RAMA DE CACAO AFECTADA  
POR CÁNCER DEL TRONCO



FOTO 60.  
FRUTO AFECTADO  
POR MANCHA DE AGUA



FOTO 61.  
NECROSIS INTERNA EN FRUTOS  
AFECTADOS POR MANCHA  
DE AGUA

semillas. La consistencia de los frutos afectados no es blanda al tacto, aun en una sintomatología avanzada. Al descubrir el mesocarpio es muy característico observar necrosis desarrolladas en círculos concéntricos de diferente tonalidad.

En campo sólo se han observado síntomas sobre los frutos, en inoculaciones dirigidas Capriles de Reyes (1976) logró la implantación del hongo en tallos, sucediéndose la muerte de plantas de variedades susceptibles; en hojas, la agresividad del patógeno fue menor y en inoculaciones en frutos la colonización fue exitosa para detectar comportamiento del material evaluado.

La alta humedad ambiental y la del suelo son los factores que facilitan la emisión de esporangios y la germinación de las esporas (Fotos 59, 60, 61).

### **Ciclo de vida**

Frutos enfermos esporulados en la planta o en el suelo, así como los restos de cosecha, constituyen las fuentes de contaminación hacia frutos sanos los cuales manifiestan los primeros síntomas de la enfermedad en un período de cuatro a cinco días; al cabo de diez días, la mancha cubre totalmente el fruto y dos días después aparecen el micelio y las esporas para reiniciar el ciclo.

### **Controles**

Las prácticas culturales enunciadas anteriormente para el control cultural y químico de la pudrición parda (*Phytophthora palmivora*) son válidas para esta enfermedad.

Las inoculaciones realizadas en mazorcas (CAPRILES DE REYES, 1972) pusieron de manifiesto un comportamiento de resistencia en las variedades Choroní 41, Ocumare 61 y 63, Panaquirito 72, La Concepción 164 y 166, La Providencia 163, Santa Cruz 10, CEO-48. Por el contrario los Porcelana, IMC-67, Santa Cruz 9 y el Choroní 45, mostraron alta susceptibilidad.

El estudio sobre bioquímica de la resistencia a la enfermedad (REYES, *et al.*, 1977) demostró que la variedad resistente La Providencia 163 concentra y mantiene un grupo de fenol-aminas, luego de su inoculación con *P. megasperma*. En cambio, en las variedades susceptibles IMC-67 y Porcelana, esas sustancias apenas se forman y desaparecen de inmediato. El método cromatográfico podría aplicarse para conocer el comportamiento del material de siembra para áreas afectadas por este patógeno.

### **Labor clave**

- Recolección frecuente de frutos sanos y remoción de frutos enfermos para mantener la sanidad de la plantación.

### **MAL ROSADO**

**Agente causal:** *Corticium salmonicolor* Berk y Br.

**Clase:** Basidiomiceto. **Familia:** Teleforeaceae. **Orden:** Himenomicetales.

### **Origen y distribución**

Esta enfermedad ha sido referida afectando cacao en países tropicales como: Trinidad, Colombia, Camerún, Samoa, Nueva Guinea, siendo muy agresiva en Brasil y Malasia.

## CAPÍTULO VII



FOTO 62.  
RAMA DE CACAO AFECTADA  
POR MAL ROSADO

En Venezuela, apariciones esporádicas de la enfermedad fueron observadas en la región de Barlovento.

### **Importancia económica**

El hongo afecta lotes de plantas y su difusión no es amplia en los cacao-tales generalmente afecta sólo las ramas, siendo su importancia económica limitada.

### **Hospederos**

El hongo afecta gran número de plantas tropicales, muchas de ellas asociadas a cacao, como son mango (*Mangifera indica*), café (*Coffea arabica*), pimienta (*Piper nigrum*), caucho (*Hevea brasiliensis*), cítricas (*Citrus spp.*) y frijoles (*Phaseolus spp.*).

### **El hongo**

El patógeno en su desarrollo presenta varios estados; inicialmente, en tejidos vivos, se observan pústulas estériles como motitas de color blanco rosado las cuales son agrupaciones de micelio estéril de los cuales se desprenden micelios muy finos que recubren y penetran la corteza de las ramas ocasionándole su muerte, luego pasa al estado perfecto de *Corticium* con apariencia de una costra de color rosado conformado por basidiosporas, que son las formas infeccivas del hongo.

### **Sintomatología**

Cuando se observan los síntomas aparentes, la enfermedad está avanzada en los frutos, tallos y ramas, éstos se cubren con una especie de felpa de color blanca que luego se torna rosada y cuando emergen las basidiosporas del hongo, la corteza se agrieta, se separa de la madera y finalmente sobreviene la muerte de las ramas al destruirse el floema y el xilema e interferir en la circulación de los nutrientes. El patógeno puede afectar solo algunas ramas. En los frutos pueden aparecer pústulas del hongo, que los secan y momifican.

El patógeno está favorecido por alta humedad, alta luminosidad y malos drenajes.

### **Ciclo de vida**

En las ramas y tallos afectados aparecen los cánceres con basidiosporas, las cuales son las responsables de la diseminación de la enfermedad, siendo el viento y las lluvias los principales agentes propagadores (Foto 62).

### **Controles**

La aplicación de los diversos componentes de los controles culturales son necesarios para el combate de la enfermedad, en especial en lo que a remoción y quema del material enfermo se refiere, además de la regularización del sombrero, y drenajes funcionales. Tradicionalmente se ha combatido con aplicaciones de fungicidas cúpricos, nuevos fungicidas erradicantes, como el Tilt (propiconazole) han dado buenos resultados en Brasil.

### **Labor clave**

- Remoción y quema de ramas y frutos enfermos, seguido de la aplicación de pasta cicatrizante en los cortes.

**MAL DE HILACHAS**

**Agente etiológico:** *Koleroga noxia* ( Donk )

**Clase:** *Basidiomiceto*.

**Origen y distribución**

La enfermedad ha sido señalada afectando cacao en países tropicales, como Colombia, Trinidad y Brasil. En Venezuela; recientemente Capriles de Reyes, *et. al.* (1999), la observó en el estado Sucre, sobre plantas de cacao en San Bonifacio, y sobre plantas de cacao y mandarinas en Chaguaramas, estado Sucre.

**Importancia económica**

Aunque el hongo ocasiona la muerte de ramas, aún no se ha evaluado la intensidad de los daños que pueda ocasionar en Venezuela.

**Hospederos**

Café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), mandarina (*Citrus reticulata*), mango (*Mangifera indica*).

**Sintomatología**

El hongo *K. noxia* se reconoce en campo, porque en el envés de las hojas se observa una malla fina de micelio blanco que se extiende a lo largo de las nervaduras, alcanzando al peciolo, las ramas y al tallo con un grueso micelio de color blanco crema, las hojas se endurecen y mueren y aunque se desprenden de las ramas quedan colgantes, sostenidas por micelios del hongo. Posteriormente aparecen cordones de micelio con pústulas blancas.

**Ciclo de vida**

El hongo puede ser llevado de un árbol enfermo a uno sano por medio del viento, insectos o herramientas de trabajo. La enfermedad es favorecida por una alta humedad en el cacaotal, exceso de sombra y mal manejo de las plantaciones.

**Controles**

La aplicación de un buen manejo integral en la plantación es indispensable

FOTO 63.  
SÍNTOMAS DE MAL DE HILACHAS  
EN BROTES TERMINALES.



para el combate de la enfermedad, en especial la remoción y quema de las ramas enfermas con la utilización de herramientas desinfectadas.

**Labor clave**

- Remoción y quema de ramas enfermas, así como la protección de heridas con pasta cicatrizante.

**PUDRICIÓN NEGRA DE LOS FRUTOS Y CÁNCER DEL TRONCO, RAMAS Y RAÍCES**

**Agente etiológico:** *Lasiodiplodia theobromae* (Pat) Griff and Maubl

= *Botryodiplodia theobromae* Pat.

**Clase:** Deuteromiceto. **Orden:** Sphaeropsidales.

**Familia:** Sphaeropsidaceae-Phaeodidymae

**Origen y distribución**

El hongo fue descrito por primera vez por Patouillar en Ecuador (1892). Sucesivamente ha sido reportado en todos los países cacaoteros del mundo. En Venezuela Muller (1941) lo señaló por primera vez. Actualmente su distribución es nacional.

**Hospederos**

*Lasiodiplodia theobromae*, es un hongo omnívoro, siendo señalado sobre más de 500 especies de plantas, muchas de ellas frecuentes en cacaotales, como aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*), yuca (*Manihot esculenta*), caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), cítricas (*Citrus* spp), café (*Coffea arabica*), ñame (*Dioscorea alata*), batata (*Ipomea batata*), maíz (*Zea mays*), ciruela (*Prunus domestica*), agave (*Agave sisalana*), pinos (*Pinus caribaeae*) los cuales pueden actuar como huéspedes intermediarios.

**Importancia económica**

En cacao la enfermedad se manifiesta con cánceres en áreas de ramas, tallos y raíces, y manchas en los frutos. Reviste importancia económica porque limita la capacidad fotosintética y productiva de las plantas, bien por la muerte de ramas o de toda la planta. La sintomatología en los frutos tiene menor importancia, aunque su presencia mantiene el inóculo propicio para nuevas infecciones. El hongo es un patógeno de heridas, responsable de la muerte que se sucede en muchos injertos.

**El hongo**

*L. theobromae* al inicio las colonias son blancas con hifas hialinas, luego forman un micelio granular, ramificado y septado, de color gris oscuro, con un agregado de hifas y estromas, donde se visualizan los picnidios agrupados, con ostíolos que dan salida a picnidiosporas hialinas, ovales y unicelulares cuando son jóvenes y recién separadas del picnidio, y oscuras y septadas cuando son viejas y libres.

**Sintomatología**

Al hongo *Lasiodiplodia theobromae*, en muchas ocasiones, se le ha considerado un patógeno secundario, oportunista, siendo realmente un patógeno agresivo cuando la presencia de heridas y el ambiente le favorecen. El hongo afecta a las plantas de cacao de varias formas:

## CAPÍTULO VII

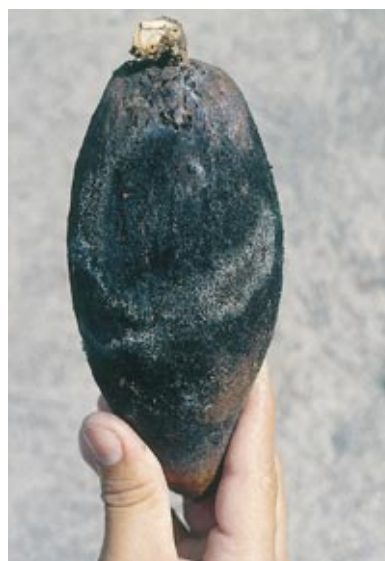


FOTO 64.

DETALLE DEL CÁNCER DEL TALLO  
L. THEOBROMAE

FOTO 65.

FRUTO CON PUDRICIÓN NEGRA  
POR L. THEOBROMAE

**Pudriciones de los frutos:** se manifiesta como manchas de color pardo oscuro, de consistencia húmeda semiblanda y esponjosa que se expande rápidamente y se recubre, en un período de ocho días, con un micelio de color negro que presenta masas de las picnidiosporas de hongo, con apariencia de abundante polvillo negro como el hollín. En frutos pequeños y medianos no es muy frecuente la enfermedad, pero en frutos de cosecha y en mazorcas sobremaduras su incidencia es muy alta, constituyendo una fuente permanente de inóculo.

La infección interna se sucede en los primeros estados de desarrollo de los frutos, aunque no se manifieste exteriormente. Los frutos enfermos sobremaduros son livianos, de corteza muy quebradiza, vacíos o con almendras en proceso de germinación.

**El cáncer en tronco, ramas y raíces:** es la manifestación más severa del hongo, se ubica a cualquier altura del tronco y ramas o en las raíces, presentándose como manchas oscuras, secas, agrietadas, deprimidas y endurecidas en la corteza, mientras que internamente las necrosas de color castaño rojizo son de dimensiones más grandes que en el exterior y con una apariencia fibrosa, motivada a la intensa actividad celulolítica del hongo. En ramas jóvenes los cánceres pueden ocasionar hipertrofias y rajaduras que en ocasiones exudan un líquido amarillento.

Esta necrosis se expande rápidamente en varios sentidos, pudiendo alcanzar la médula y provocando la muerte de las áreas superiores o de toda la planta, por obstrucción de los vasos del xilema. La enfermedad se hace evidente por la marchitez y amarillamiento que presentan las hojas afectadas, las cuales mueren rápidamente, toman una apariencia tostada y quedan colgantes, luego se desprenden dejando las ramas desnudas con muerte regresiva.

Antes de morir se suceden brotaciones frecuentes de hojas pequeñas y más oscuras que lo normal. La enfermedad, a veces, no afecta toda la planta, sino que las áreas por encima del cáncer se mueren y las yemas inferiores pueden brotar con chupones vigorosos, lo que les da a las plantas un aspecto de muerte sectorial.

En tronco, ramas y raíces afectadas es frecuente observar una actividad intensa de insectos con numerosas perforaciones y galerías, especialmente de las especies: *Xyleborus corniculatus*, *X. ferrugineus*, *Hypothenemus eruditus*, y la chicharra *Magicada septendecim*.

Condiciones adversas a un buen desarrollo de las plantas de cacao, como son: altas precipitaciones o sequías prolongadas, altas temperaturas, malos drenajes, insolaciones, carencias nutricionales, ataques de insectos, presencia de heridas y de huéspedes alternos, son factores que solos o combinados facilitan la implantación del patógeno (Fotos 64, 65).

### **Ciclo de vida**

El inóculo inicial lo constituyen las densas aglomeraciones de picnidios del hongo presentes, especialmente en las mazorcas sobremaduras, enfermas, momificadas y colgantes que permanecen en las plantas. Desde allí, las conidias son dispersadas por el viento, el agua, los implementos de trabajo o los insectos perforadores del tronco que se ocupan de diseminar la enfermedad y obstruir los vasos conductores de savia, provocando en un período aproximado de tres meses la

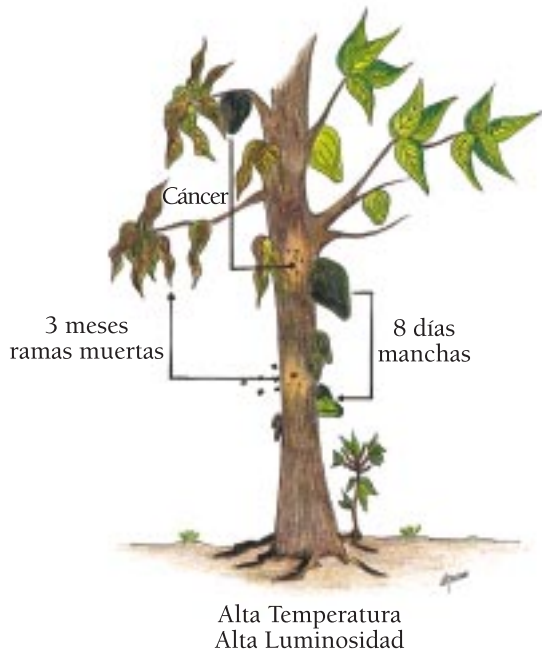


FIGURA 48.  
CICLO DE VIDA  
DE *L. THEOBROMAE*. (PAT)  
CAUSA MANCHAS EN EL FRUTO,  
CÁNCER Y MUERTE DE RAMA O DE  
TODA LA PLANTA

muerte de ramas o de toda la planta.

Las manchas en los frutos se desarrollan en forma rápida, recubriéndose con las estructuras del hongo en unos ocho días, lo cual se acelera si presentan heridas (Figura 48).

#### Controles

Deberán aplicarse todos los correctivos agronómicos necesarios para minimizar los factores predisponentes a la enfermedad como son: drenajes y sombrero deficientes, carencias nutricionales, utilización como sombrero de plantas hospederas y presencia de malezas. La aplicación de podas sanitarias y la erradicación de árboles muertos, removiendo y quemando el material enfermo de las plantaciones y protegiendo las heridas ocasionadas, son labores necesarias

En Venezuela, la enfermedad existe en todas las áreas cacao-terras, siendo muy severa en plantaciones al sur del Lago de Maracaibo. Donde existen asociaciones cacao-aguacate, es frecuente observar cánceres y muertes regresivas en las plantas de aguacates que actúan como huéspedes primarios, seguido de numerosas afecciones al cacaotero.

En cuanto al control químico, el producto más eficaz ha sido Bravo 500 (clorothalonil) en dosis de 500 cc/ha, asperjado a ramas y frutos luego de realizar las podas.

#### Labor clave

- Remover y quemar ramas, plantas secas y frutos sobremaduros enfermos.

#### LLAGA NEGRA Y LLAGA BLANCA DE LAS RAÍCES

**Agentes etiológicos:** *Rosellinia bunodes*. (Berk y Br) Saac. y *Rosellinia pepo* (Pat).

**Clase:** *Ascomycetos*. **Orden:** *Esferiales*. **Familia:** *Esferiaceae*.

#### Origen y distribución

Patouillard (1908) describe la sintomatología en material proveniente de cacaos de las Indias Occidentales. Estas enfermedades radicales son frecuentes en América Central, América del Sur y en Australia. En Venezuela fueron mencionadas por Singh (1930), ocasionando severas afecciones en plantaciones de cacao en Barlovento, Capriles de Reyes y Borthomier (1988) encontraron *Rosellinia pepo* afectando un lote de plantas en cacaotales en San Bonifacio, estado Sucre.

#### Hospederos

*L. theobromae* ha sido mencionada sobre bananos (*Musa* spp.), yuca (*Manihot esculenta*), cítricas (*Citrus* spp.), guamo (*Inga* spp.), frijol (*Phaseolus vulgaris*), bucare (*Erythrina* spp.), casia (*Cassia* spp.), nuez moscada (*Miristica fragans*), aguacate (*Persea americana*), mata ratón (*Glyricidia* spp.) y café (*Coffea arabica*).

**Importancia económica**

Actualmente la presencia de estas enfermedades de la raíz son muy raras en Venezuela, sin embargo, afectan por lotes y conducen generalmente a la muerte de varias plantas. Calavid (1995) hace una revisión de la enfermedad, de sus hospederos y de la agresividad patogénica en plantaciones cacaoteras de Caldas, Colombia.

**El hongo**

*Rosellinia* presenta un micelio irregular, con hinchamientos periformes y ramificados, con un sistema cerrado de rizomorfos que penetran la corteza, los rayos medulares y posteriormente los vasos leñosos en raíces y cuello de las plantas. Las hifas, al principio, son hialinas y luego se tornan negras, los peritecios se forman abundantemente en la base del tallo, si las condiciones son de alta humedad. Cada peritecio termina en un ostiolo por donde salen las ascosporas. El estado conidial, *Graphium*, es más común que el estado peritecial y aparece primero.

**Sintomatología**

Las plantas afectadas por estos males de la raíz, presentan un decaimiento general, donde las hojas toman una coloración amarillenta, se marchitan, mueren y caen rápidamente, las hojas nuevas que se forman son más pequeñas y de un color verde más intenso que el normal. Las ramas se secan en forma progresiva, hasta quedar el árbol con un follaje reducido y, posteriormente, sobreviene la muerte de toda la planta. La enfermedad comienza por la extremidad de las raíces, avanzando en forma lenta y ascendente, cuando la marchitez es evidente el hongo ya ha colonizado y obstruido gran parte del sistema radical, en un corte transversal se ven puntos negros que corresponden a las hifas penetrantes del hongo. Las raíces se descomponen interiormente, los tejidos son hidróticos y la planta muere.

**Llaga negra:** es visible en la parte superficial del suelo, con filamentos de color gris que se ennegrecen posteriormente, crece lentamente, pero cuando se presentan los primeros síntomas de marchitez del follaje el desarrollo del hongo se acelera, cubriendo la base del tallo con un micelio gris afelpado que se torna negro y rodea la superficie del cuello de la planta y las raíces, en la madera y en la corteza se presenta rizomorfos de color negro.

**Llaga blanca:** en el cuello de las plantas enfermas y en las raíces superficiales se observa un micelio gris compacto que las recubre, posteriormente toma una coloración púrpura oscuro satinado. Cuando el micelio envejece forma cordones muy ramificados que se desprenden fácilmente, siendo muy característica la facilidad con que se separa la corteza de la madera, donde se observa la presencia de grupos miceliares del hongo en forma de estrellas blancas.

La enfermedad es transmitida por el viento, el agua, los animales y por contagio entre raíces sanas y enfermas. Generalmente afecta lotes dentro del cacaotal.

El hongo se desarrolla mejor en ausencia de la luz y en suelos húmedos ricos en materia orgánica, la temperatura óptima para el crecimiento es de 27° centígrados.

Waterston (1941) mencionaba tres especies de *Rosellinia*, que causan infección en cacao: *R. bunodes* (Berk. Br. Saac.), *R. pepo* (Pat) y *R. paraguayensis* (Starb), siendo las dos primeras más patogénicas. *R. pepo* afecta más al cacao y *R. bunodes*

afecta más al café, aunque ambas pueden presentarse al mismo tiempo (Foto 66).

### *Ciclo de vida*

El inóculo inicial proviene de reservorios existentes en restos de raíces de plantas forestales dejadas como sombrío, el cual se desarrolla lentamente sobre las raíces expuestas y en la base del tallo de las plantas de cacao. El micelio recubre el cambium, invade la madera vía rayos medulares y avanza a raíces y tallos. La colonización es muy lenta y la muerte se sucede de dos a cuatro años después. La contaminación ocurre entre raíces enfermas y sanas.

### *Controles*

Las enfermedades radicales generalmente conducen a la muerte de las plantas. Se debe revisar frecuentemente la plantación para localizar los focos incipientes de contaminación y proceder a la erradicación de las plantas enfermas de cacao o asociadas, y si es posible aquellas colindantes procediéndose de inmediato a la quema en el sitio y desinfección del área generalmente con cal.

Se recomienda racionalizar el sombrío y hacer operativos los drenajes. Es efectiva la protección de plantas con Plantvax-75 (oxycarboxin), en dosis de 300 g/hectárea.

### *Labores clave*

- Erradicación y quema de plantas enfermas.
- Protección química de plantas colindantes.
- Desinfección de los suelos y herramientas de trabajo.

### **Hongos en cacao almacenado**

Si las almendras, producto final de la cosecha, fueron insuficientemente secadas y presentan más de 8% de humedad, o si los almacenes son húmedos, mal ventilados y sucios, se producen infecciones por hongos que las deterioran totalmente siendo los hongos más frecuentes:

*Aspergillus flavus*; *A. Niger*; *A. Tamarisii*; *A. Chevalieri*; *Mucor*; *Rhizopus estoloni-*

FOTO 66.  
CORTEZA INTERIOR AFECTADA  
POR *R. PEPO*





FIGURA 50.  
FORCIPOMYIA SP., INSECTO  
POLINIZADOR DEL CACAO

fer; *Penicillium* spp., *Scolecobasidium humicola*; *Cladosporium* spp. Su presencia desmejora la calidad, confiere mal sabor y desvaloriza el lote afectado.

Como correctivo se debe realizar un buen beneficio de las almendras y un adecuado manejo de los almacenes, en lo que se refiere a ambientes secos y limpios, evitando largos períodos de almacenamiento.

## INSECTOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CACAO

### Insectos benéficos

Numerosas especies presentes en el agroecosistema cacao son benéficas al cultivo, al actuar como predatoras, antagonistas, excluyentes y polinizadoras, entre estas destacan los microdípteros *Ceratopogonidae* que agrupa mosquitas polinizadoras responsables por tanto de la producción. La polinización en cacao es mayormente entomófila y varias especies frecuentes en las flores han sido mencionadas como polinizadoras, entre ellas: *Frankliniella parvula* Hood (*Formicidae*), *Trigona clavipes* T (*Apidae*), *Selenopsis* spp. (*Formicidae*) y *Forcipomyia* spp. (*Ceratopogonidae*). En Colombia, Belisario (1963) considera a la hormiga roja *Wasmannia auropunctata* Roger, como agente importante de la polinización. Sánchez, P. y Capriles de Reyes (1979) recogen las conclusiones de varios especialistas que consideran a la *Forcipomyia* sp. como el insecto más activo, importante y especializado en la polinización de las flores de cacao.

De los microdípteros *Ceratopogonidae*, existen varias subgéneros: *Euforcipomyia*, *Lasiohelea*, *Forcipomyia*, *Microhelea* y *Dosyhelea*; algunas involucradas en la polinización del cacao y otras no. Son mosquitas muy pequeñas y aunque los machos visitan los botones florales, pétalos y estaminoides, no realizan la polinización, siendo las hembras las responsables del proceso. En el cultivo cacao, las flores son pequeñas y hermafroditas, pero la autofecundación y la hibridación se dificultan por presentar una morfología con los órganos sexuales separados por los estaminoides y la concha de los pétalos, lo que impide la fecundación por otros agentes: lluvias, vientos o insectos de mayor talla, además, carecen de olor y néctar para atraer los insectos y su polen es muy pegajoso. Las mosquitas hembras son muy activas, con un patrón de vuelo en espiral que mueve los estambres de la flor, esparciendo el polen en el estigma y con sus partes bucales tocan las anteras y emergen con más polen, siendo muy eficientes en la fecundación de flores, presentando su mayor actividad en horas matutinas.

La dinámica poblacional de la especie muestra sus menores frecuencias en épocas secas, aumentando sus poblaciones en períodos lluviosos, cuando los suelos están húmedos.

Los sitios de reproducción y cría se localizan en su mayor parte en la hojarasca, en cáscaras de los frutos, seudotallos podridos de bananos y en bromelias epifitas, en cambio los adultos prefieren posarse en las copas de los árboles, por ello las aplicaciones de insecticidas en caso de ser muy necesarios, deben realizarse en forma dirigida para no diezmar las poblaciones de polinizadores. Sánchez, (1979) de materiales colectados en Barlovento identificó tres subgéneros: *Microhe-*

## CAPÍTULO VII



FOTO 67.  
INSECTO ADULTO CAUSANTE  
DE LA GOTA



FOTO 68.  
LARVA DE LA GOTA EXCAVANDO  
GALERÍAS EN TRONCO DE CACAO

lea, *Forcipomyia* y *Euprojoanissia*, representada por la especie *E. blantoni* Soria y Bystrak. Los trabajos de Soria, *et. al.* (1981), establecieron como especie más común en Barlovento a *F. Euforcipomyia spatulifera* (Saunders. F). Se mencionan varias especies *Ceratopogonidae* involucradas en la polinización así como otros insectos. Actualmente se investiga sobre la acción de olores atrayentes.

Para garantizar las producciones, es necesario preservar las poblaciones de estos insectos benéficos, evitando al máximo la aplicación de insecticidas y, de ser necesario, el grupo de los piretroides son los que menos afectan la microfauna cacaotera. Nunca deben aplicarse insecticidas en épocas de alta floración (Figura 50).

### PLAGAS DE MAYOR IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CACAO EN VENEZUELA

#### Perforadores del tallo

##### LA GOTA

**Orden:** *Coleóptera*

**Familia:** *Cerambycidae. Steirastoma breve* Sulzer.

Es un insecto muy difundido en América, pero sólo en Colombia, Trinidad, Grenada y Venezuela se le menciona como plaga, siendo en nuestro país una de las plagas más dañinas y difundidas en todas las áreas cacaoteras.

##### *El insecto*

Los adultos miden de 1,5 a 2,5 cm de longitud, son de color gris con puntos negros distribuidos por todo el cuerpo, de élitros muy fuertes, que presentan numerosos bordes y depresiones, con largas antenas de mayor tamaño en el macho que en la hembra. En la búsqueda de sitios de ovoposición, las hembras hacen raspaduras en áreas cercanas a la horqueta, allí ponen los huevos y los sellan, luego de unos cinco días nacen las larvas que miden 3,5 cm, son de color crema con la parte anterior más abultada, con un aparato bucal de fuerte mandíbula de color marrón oscuro. Permanecen en estado larval de dos a tres meses, al cabo de los cuales se transforman en pupas y dos días después en adultos.

##### *Daños*

El insecto causa sus mayores daños en plantas jóvenes de dos a cinco años de edad, a las que ataca tanto en su estado larval como adulto. Los adultos, en su proceso alimentario y reproductivo, raspan las capas superficiales del tallo o de las ramas, removiendo la corteza y ocasionando heridas que pueden interrumpir el flujo nutritivo por la ruptura de los vasos conductores.

Las larvas constituyen el estadio más dañino del insecto, ya que para alimentarse devoran la corteza, perforan la madera y construyen galerías en espiral que alcanzan la parte central del xilema, ocasionando el anillado de las ramas o de plantas jóvenes, lo que provoca su muerte.

Las larvas pueden detectarse fácilmente por la presencia en los sitios de ataque de un exudado gelatinoso como almidón, constituido por sus excretas mezcladas con restos de corteza desmenuzada, lo que origina el popular nombre de

“gota”. Los adultos se detectan por las raspaduras que realizan en la corteza.

Además de los severos daños directos ocasionados por el insecto, se suceden serios deterioros en los cojines florales y sobrevienen invasiones de hongos patógenos presentes en el cacaotal, provocando enormes pérdidas en la capacidad productiva de las plantas. Las condiciones de sequía y de alta luminosidad en el cacaotal son favorables al incremento de esta plaga (Fotos 67, 68).

#### **Importancia económica**

Los daños ocasionado por larvas y adultos de *Steirastoma breve* son de considerable importancia, debido a las consecuencias irreversibles que provocan, como son: la muerte de ramas que desestabilizan la arquitectura de las plantas, la disminución de la capacidad fotosintética y productiva y en muchas ocasiones provocan la muerte total de plantas, obligando a realizar resiembras, labor que aumentan los costos de producción y retarda el inicio uniforme de la etapa productiva de las plantaciones.

#### **Control**

Debe aplicarse a las plantaciones el manejo agronómico requerido para el buen desarrollo de las plantas, racionalizando el sombrero y fertilizando adecuadamente. La plaga es de aparición periódica en los inicios de la época de verano; por tanto, debe mantenerse una actitud de alerta para detectarla cuando sus daños son apenas incipientes.

En plantas jóvenes, donde la floración no se ha iniciado, es conveniente la aplicación, al inicio del verano, de un insecticida protector como el Sevin 80 (carbaril), en dosis de 5 g/l de agua en aspersiones dirigidas al tronco y a las ramas principales.

Es necesario podar las ramas atacadas, aplicar cirugías locales y proteger heridas con pasta insecticida-fungicida-cicatrizante. Plantas muy afectadas deben reemplazarse por injerto, chupón basal o nuevas siembras.

En estudios realizados por Jaffe, *et. al.* (1986), encontró que un grupo de hormigas carnívoras grandes, entre ellas: *Carebarella* sp., *Ectatomna tuberculatum* y *Monocis bispinosa*, están relacionadas negativamente con *Steirastoma breve*, excluyéndolo de la planta, lo que abre la posibilidad de la aplicación de un control biológico.

Anteriormente, el control de la gota era una práctica frecuente realizada por los agricultores, bien por vía mecánica o pintando el tronco hasta la altura de la horqueta con mezclas insecticida-fungicida, labor que hoy en día se observa raramente en plantaciones cacaoteras, desatándose una explosión poblacional de la plaga en todo el país.

#### **COQUITOS PERFORADORES**

**Orden:** Coleóptera. **Familia:** Scolitydae.

**Géneros:** *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius) - plantas adultas.

*Xylosandrus morigerus* (Blandford) - plantas jóvenes.

A estos insectos se les encuentra en todo el país, existiendo varias especies asociadas a heridas, traumas, muertes regresivas, plagas y patógenos frecuentes en plantaciones cacaoteras.

## CAPÍTULO VII

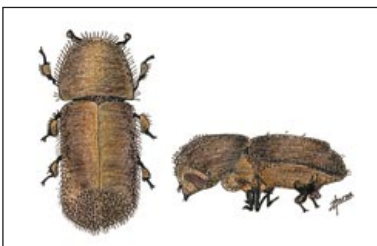


FIGURA 51.  
COQUITO PERFORADOR DEL  
TRONCO DEL CACAO

### Los insectos

*Xyleborus ferrugineus* es un coquito de color marrón rojizo, de cuerpo duro y tamaño pequeño, mide entre 1 y 3 mm de longitud. La hembra adulta es de forma cilíndrica, mide 2,5 mm de largo por 1 mm de ancho, de color marrón rojizo, con la cabeza cubierta con el prototorax y en mitad de cada élitro tiene una espina conspicua. A esta especie se le asocia con una severa enfermedad del cacao, ocasionada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*, la cual es letal al cultivo.

Sucede que las hembras son atraídas por sustancias que emiten las plantas afectadas, donde excavan galerías para la ovoposición, emergen las larvas y posteriormente las pupas, encontrándose los diferentes estadios en las galerías. Los machos no vuelan, las hembras adultas emergen diariamente al atardecer, desde los árboles afectados a plantas hospederas sanas, transmitiendo así la enfermedad. La proporción macho:hembra es de 1:10.

Las plantas enfermas pueden soportar en su interior varias generaciones de *Xyleborus* antes de morir, por ello, en áreas afectadas se debe supervisar frecuentemente las plantaciones para erradicar de forma inmediata las plantas marchitas o muertas. A estos insectos se les encuentra en todo el país asociados a heridas, muertes regresivas, cánceres y otras afecciones causadas por otros patógenos presentes en los cacaotales.

### Daños

Varias especies de *Scolitydae* están presentes en el cultivo cacao, atacando al tronco, ramas y raíces, abriendo gran número de perforaciones en la corteza para construir galerías y cámaras internas, donde se nutren y reproducen presentándose asociados con hongos patógenos al cultivo cacao, como son: *Phytophthora*, *Calonectria*, *Lasiodiplodia*, *Fusarium* y *Ceratocystis*. Los insectos se detectan fácilmente por la presencia de montículos de aserrín en los sitios de las perforaciones en el árbol y en el suelo.

Otra especie muy común en viveros y plantas jóvenes de cacao, en el campo, es *Xylosandrus morigerus*. Su daño consiste en la perforación de los talluelos, interrumpiendo la nutrición de la plántula y ocasionando su marchitez y muerte, son fácilmente detectables por la presencia, en el sitio de la perforación, de un exudado blanco harinoso espeso. Generalmente en estas perforaciones se desarrollan hongos patógenos a la planta y deben ser erradicadas (Figura 51).

### Importancia económica

Los *Scolitydes* son muy perjudiciales al cultivo de cacao, al ocasionar daños directos por la muerte de plantas, y otros indirectos como vectores de hongos patógenos al cultivo. En Venezuela, en los valles de Aragua y en la península de Paria se han sucedido pérdidas de millones de plantas por la asociación *Ceratocystis-Xyleborus*.

### Controles

Para evitar los casos de muertes de plantitas de vivero o plantas jóvenes en campo, por *Xylosandrus morigerus*, la mayor precaución debe ser la detección temprana de la plaga realizando podas para salvar las plantas o erradicando y quemando plantas atacadas. En el caso de plantas adultas que presentan los síntomas de

## CAPÍTULO VII



FOTO 69.

NIDO DE BARRO CONSTRUIDO  
POR COMEJENES

FOTO 70.

NIDO AÉREO CONSTRUIDO POR  
COMEJENES

marchitez y muerte ocasionadas por el hongo *Ceratocystis fimbriata*, debe procederse a la erradicación y quema de plantas en el sitio de corte. Es conveniente realizar aspersiones a la planta enferma y a las sanas circundantes con Sevin 80 (Carbaryl) a la dosis de 5g/l de agua antes de realizar los cortes, dirigidos al tronco y a la base de las ramas, para evitar la dispersión de la plaga.

El control biológico es factible con los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Epicaria javanica*.

### COMEJENES

**Orden:** *Isoptera*

**Familia:** *Rhinotermitidae*.

**Especies:** *Heterotermes tennis-Coptotermes lestageus*, *Nasutitermis corniger*.

Los comejenes constituyen una plaga del cacao y sus cultivos asociados ampliamente diseminados en todo el país, afectando diversas especies: café (*Coffea arabica*), yuca (*Manihot utilissima*), parchita (*Passiflora edulis*), y numerosas ornamentales y forestales.

#### *El insecto*

Los comejenes son insectos de cuerpo delicado y de color blanquecino, que en su aparato digestivo tienen gran cantidad de protozoarios capaces de digerir la celulosa. Son fototrópicos negativos, organizados en castas, cuyos individuos difieren en la forma, tamaño y función que desempeñan dentro de la colonia. Los adultos están agrupados en dos categorías: reproductores, que pueden a su vez ser sexuales alados, encargados de la formación de nuevas colonias, y sexuales ápteros, encargados de la reproducción dentro de los nidos, los individuos sexuales alados aparecen una vez al año, generalmente al inicio de las lluvias, y se aparean para formar nuevas colonias. La segunda categoría agrupa a los individuos estériles, encargados del trabajo y la defensa de las colonias.

La mayoría de los comejenes son fitófagos, muchos se alimentan de madera muerta, otros de madera viva, humus y raíces. Construyen y organizan sus casas de acuerdo con la especie, encontrándose:

- Comejenes que viven en la madera.
- Comejenes que viven en el suelo con nidos superficiales o subterráneos.
- Comejenes que viven en los árboles.

En los cacaotales, las especies más comunes forman nidos muy voluminosos y pesados, contruidos con aglomerados de tierra, ubicados generalmente en el tronco o en la bifurcación de las ramas, de los que parten galerías superficiales por donde transitan los insectos en busca de alimento. Internamente presentan muchas cámaras, distribuidas en toda la estructura, donde se encuentran los diferentes estadios de la plaga.

#### *Daños*

La ubicación de los nidos en las ramas o tallo principal de las plantas de cacao tiene un efecto mecánico negativo por su volumen y peso, cubriendo además los es-

pacios florígenos, impidiendo el desarrollo normal de flores y frutos bajando la producción y albergando otras plagas y patógenos. Plantas sanas, jóvenes o adultas pueden ser atacadas, así como árboles secos o enfermos (Fotos 69, 70).

**Importancia económica**

Los comejenes son una plaga en expansión, tanto en el cacao como en sus cultivos asociados, constituyendo un reservorio de otras plagas y patógenos nocivos al cultivo y ocasionando descensos en los rendimientos.

**Control**

Lo más sensato es la aplicación de un control mecánico frecuente, tumbando nidos rompiendo galerías y quemando árboles muertos y ramas secas, limitando así la expansión de la plaga. Si los nidos tumbados no se van a destinar a la alimentación de las aves, pueden asperjarse interiormente con Sevin 80 (Carbaril), en dosis de 5 g/l de agua, o aplicándolo al pie de los árboles y a los nidos colgantes antes de tumbarlos. La aplicación de insecticidas que se gasifican como el Phostoxin o Gastión (fosfuro de aluminio), dentro del nido ofrecen buen control, en dosis de acuerdo al tamaño del nido, según las instrucciones, tapando las perforaciones con barro.

**PIOJITOS O THRIPS**

**Orden:** *Thysanoptera*. **Familia:** *Thripidae*.

**Especie:** *Selenothrips rubrocinctus* Giard.

Se trata de insectos polípagos que atacan a las plantas de cacao en todas las regiones del mundo, siendo sus daños muy severos en Brasil. En Venezuela debe considerársele como plaga severa en expansión.

**El insecto**

Los adultos miden de 1,5 a 2 mm, son de color negro y de alas estrechas. Las ninfas se reconocen porque poseen una banda anaranjada que rodea la base del abdomen, el cual mantienen levantado, mientras caminan cargando entre los pelos terminales una pequeña gotita de excremento líquido, popularmente se les denomina “rabo de candela”

El insecto se agrupa en numerosas colonias en el envés de las hojas, alrededor de las nervaduras principales y en los frutos. En Venezuela, las mayores infestaciones se presentan en épocas de sequía y en plantas a alta exposición solar.

**Daños**

Los insectos, en sus diferentes estadios de desarrollo, se alimentan de hojas y frutos.

**En las hojas:** las hembras insertan los huevos aisladamente bajo la epidermis del envés de las hojas y los recubre con una gota de líquido que se secan formando una película protectora de color marrón oscuro que impide el intercambio gaseoso. La postura en las hojas es casi exclusivamente en la base de las nervaduras principales, secundarias y terciarias, el limbo propiamente dicho se ve menos afectado, las lesiones consisten en manchas marrones y clorosis características que provocan la muerte y caída del follaje. Los thrips también ocasionan daños a las yemas terminales.

**En frutos:** Son insectos chupadores que atacan frutos de mediano a completo

## CAPÍTULO VII



FOTO 71.  
FRUTOS DAÑADOS POR THRIPS

desarrollo; las hembras no tienen sitio especial de ovoposición aunque generalmente se ubican en los surcos y luego cubren los frutos con una capa de exudados de color ferroso, lo que ocasiona grandes confusiones al momento de la cosecha, porque dificulta determinar su grado de madurez, ello conduce a que se cosechen frutos inmaduros con almendras no aptas para el beneficio. Narváez (1995) señala a los thrips como el grupo más abundante, cuando se estudiaron flores en la localidad de Chuao, Venezuela (Foto 71).

### **Importancia económica**

Todos los daños ocasionados por los thrips son severos en los cacaotales, puesto que al ocasionar la quema y caída de las hojas afecta sensiblemente la fotosíntesis y la producción, además que la cosecha de frutos inmaduros es inaprovechable, ya que las semillas no se fermentan adecuadamente por carecer del mucílago azucarado requerido.

### **Controles**

- Se deberán corregir las fallas agronómicas del cacaotal, sobre todo en lo que a sombrero racional y nutrición se refiere.
- La supervisión permanente en los cacaotales permitirá evaluar los niveles de infestación para orientar la toma de decisiones, como: remover y quemar el follaje, frutos enfermos y restos de cosechas.
- Aplicar un insecticida tipo sistémico al inicio del verano, dirigido al follaje y a las ramas. Sin embargo, es importante que no se apliquen insecticidas indiscriminadamente, para no crear desequilibrios que se traduzcan en un aumento de las poblaciones de thrips. En caso de ser muy necesario, se recomienda el producto Thiodan 35 (endosulfán), en dosis de 3 cc/l de agua, dirigido al envés de las hojas y a los frutos pequeños.

### **BACHACOS**

**Orden:** *Hymenóptera*. **Familia:** *Formicidae*.

**Especies:** *Atta cephalotes*, *Atta sexdens*, *Acromyrmex subterraneus*.

Los bachacos deben catalogarse como grandes enemigos del cultivo cacao por la intensa defoliación que ocasionan. Se presentan en todas las áreas cacaoteras del país con alta incidencia en la región oriental.

### **El insecto**

Son insectos de color pardo rojizo, cabeza grande y mandíbulas fuertes, viven en nidos denominados “bachaqueros” y están organizados en castas o clases sociales, donde cada individuo tiene funciones específicas que cumplir dentro de la colonia. Construyen sus nidos bajo tierra, los cuales están conformados por una serie de cámaras que se comunican por galerías entrecruzadas, con salida al exterior por medio de numerosas bocas.

Se multiplican al realizar la reina alada el vuelo nupcial en el cual es fertilizada por varios machos, luego pierde sus alas las cuales usa junto con una porción de hongo que lleva en su boca como nutrimento de la nueva progenie que fundará en una perforación del suelo.

## CAPÍTULO VII



FIGURA 52.  
ADULTO DE BACHACO

### **Importancia económica**

Los bachacos constituyen una plaga de alta severidad en el cultivo de cacao, al cortar flores, hojas y brotes tiernos, ocasionando disturbios fisiológicos en las plantas y disminuyendo la producción.

### **Daños**

Los bachacos son plagas activas sobre cacao y otras especies asociadas. Dañan las plantas de cacao al despojarlas de sus brotes, flores y hojas tiernas, tejidos que llevan a sus nidos para criar el hongo con quien mantienen un verdadero mutualismo donde el hongo necesita alimentarse de las excretas de los bachacos, ricas en enzimas proteolíticas producidas por el hongo. El hongo depende también de los bachacos para su propagación. Los bachacos a su vez se alimentan del hongo. Los daños causados por los bachacos son característicos por los cortes que realizan con sus poderosas mandíbulas en los limbos de las hojas, desde el margen hasta la nervadura central, en forma de arcos. El daño se incrementa al final de los períodos secos. Generalmente la colonia se activa a la caída de la tarde, emergiendo las obreras mayores por diferentes bocas dentro de la plantación y regresando por trochas en numerosas filas de individuos con su carga de follaje, flores o trozos de frutos, la cual es recibida por obreras menores a la entrada de los bachaqueros que las llevan a las cámaras denominadas jardines. Allí la carga es cortada en trozos de menor tamaño sobre los cuales defecan los bachacos y prospera el hongo, posiblemente un Basidiomisetos denominado *Leucoprinus gonagylophora*, del cual se alimentan las larvas de los bachacos (Figura 52).

### **Controles**

Existen en el mercado varios productos que tienen acción atrayente y efectiva contra esta plaga, entre ellos: Blitz (fenil pirazol), en dosis de 10 g/m<sup>2</sup>, aplicado en las vías donde transiten los bachacos o en las cercanías de las bocas, preferiblemente en los días secos o el Formidar, de igual principio activo, se usa de la misma manera y dosis.

### **PERFORADORES DE LOS FRUTOS**

**Orden:** *Lepidopteras*.

**Familias:** *Oecophoridae: Anadasmus porinodes*.

*Sesiidae: Carmenta theobromae* y *Sinanthedon* sp.

*Olethreutidae: Gymnadrosoma aurantium*.

Estos lepidópteros son muy dañinos al cultivo cacao, ya que atacan los frutos de cualquier edad y se les encuentra en todas las áreas cacaoteras de Venezuela.

### **Los insectos**

Son maripositas que, en sus etapas larvales, ocasionan los daños, perforando los frutos en cualquier etapa de su desarrollo. También están presentes en ramas, tallos, cojines y agallas de puntos verdes.

### **Daños**

A pesar de que los frutos de cacao tienen un pericarpio consistente y carecen de sabor y olor, las larvas son muy activas perforándolos. Se detectan fácil-

mente porque en los orificios de entrada se acumulan sus excrementos de color púrpura, formando montoncitos unidos por una hebra muy fina. Cuando el ataque se sucede en frutos pequeños, el daño es muy severo, ya que los tejidos no están diferenciados y las larvas penetran hasta el endocarpio, devorando las semillas y los frutos mueren o detienen su crecimiento. Si el ataque se presenta en frutos de mediano desarrollo, los tejidos ya están diferenciados y las larvas realizan las galerías en el epicarpio, pero debido a que el mesocarpio está lignificado, los frutos pueden continuar su crecimiento y llegar a la madurez. En mazorcas adultas el daño queda limitado al epicarpio del fruto; sin embargo, en ese estado de madurez la relación con los hongos fitopatógenos: *Phytophthora*, *Fusarium*, *Trachysphaera*, *Lasiodiplodia*, *Colletotrichum*, comunes en el cacao, es más estrecha, pues invaden los tejidos internos y pudren las semillas. Cada fruto puede presentar varias perforaciones, localizadas preferentemente hacia la base y en los surcos de los mismos.

#### **Importancia económica**

Al afectar los frutos por daños directos o facilitando la colonización de hongos patógenos al cultivo, incide negativamente en la producción, comprometiendo y arriesgando las cosechas.

#### **Controles**

- Es recomendable remover y quemar los restos de cosechas para eliminar las fases de huevo, larvas y pupas de estas plagas.
- Se podrán proteger los frutos con aspersión de Nudrin (Metomil) en dosis de 2,5 cc/l, o con Cebicid (Carbaryl) en dosis de 2 g/l dirigido a los frutos pequeños cuando el cuajamiento se ha completado, seguido de la aplicación de fungicidas eficaces, según el patógeno predominante.
- *Anadasmus* es la especie más importante, aunque es parasitada naturalmente por las especies *Xythosomella* (*Ichneumonidae*) y *Apanteles* (*Broconidae*).

### **PLAGAS DE MENOR IMPORTANCIA QUE AFECTAN AL CULTIVO CACAO EN VENEZUELA**

#### **Plagas que afectan al follaje y a los tallos**

##### **LA VAQUITA**

**Orden:** *Coleóptera*.

**Familia:** *Curculionidae*.

**Especie:** *Brachyomus octotuberculatus*.

Esta plaga defoliadora solamente ha sido reportada causando daños sobre el cacao en Venezuela, haciéndose presente en las diversas áreas cacaoteras, también afecta otras especies como jobo (*Spondias spp.*), cedro (*Cedrela americana*), cordoncillo (*Piper peltatum*) y cayena (*Hibiscus rosa sinensis*).

##### **El insecto**

Posee un exoesqueleto rígido de color gris, abultado hacia la región terminal del abdomen, sus élitros son soldados y presentan muchas depresiones y abultamientos

## CAPÍTULO VII



FIGURA 53.  
ADULTO DE VAQUITA

cortos a manera de espinas obtusas. Los adultos miden de 10 a 15 mm de longitud, siendo la hembra un poco más grande y abultada que el macho, su cabeza es pequeña, estrecha, con antenas y aspecto de “vaquita”. Los insectos tienen un mimetismo muy desarrollado y a manera de defensa al oír ruidos se dejan caer al suelo, como no pueden volar, se quedan estáticos, aparentando estar muertos, confundiendo con la hojarasca, siendo difíciles de localizar. Su ruido al caer es bastante característico. Los huevos y estados larvales se desarrollan en el suelo (Figura 53).

### **Daños**

El insecto es responsable de severas defoliaciones al alimentarse de las hojas jóvenes del cacao, los adultos realizan cortes en la lámina foliar, desde los bordes hacia la nervadura central, muy parecidos al daño de bachacos, aunque más irregulares. Cuando las poblaciones son altas, la planta queda con las ramas completamente desnudas causando a la vez daños a la yema terminal, alterando la fisiología de la planta. Es una plaga que tiene poca movilidad y se presenta por sectores en el cacaotal, aumentando su frecuencia en la época de lluvias, la cual coincide con las brotaciones en cacao.

### **Importancia económica**

Al atacar al follaje joven y a las yemas terminales, se altera la fisiología de las plantas y se suceden repetidas brotaciones lo que les produce agotamiento y disminución de la fotosíntesis y de la producción.

### **Control**

Como la plaga se presenta en pequeños lotes, se debe intentar la recolección manual de los adultos. La realización de podas correctivas y la fertilización apropiada para favorecer nuevas brotaciones, son convenientes.

Si los daños son muy severos, podría aplicarse una aspersion con Sevin 80 (Carbaril), en dosis de 2,5 cc/l de agua, dirigido al suelo. El control biológico es factible realizarlo con *Beauveria bassiana*.

### **ENROLLADOR DE LOS COGOLLOS**

**Orden:** *Lepidoptera*.

**Familia:** *Pyraustidae*. **Especie:** *Sylepta progorata*

Es una plaga eventual y se le conoce con el nombre de “enrollador de los cogollos”. Se presenta en todo el país, generalmente al inicio de la época de lluvias.

### **El insecto**

El adulto es una mariposita de 2 a 2,5 cm de conformación, con alas de color amarillo crema y manchas oscuras a manera de rayas transversales. Las larvas son de color blanco crema, con tonalidades verde tenue, que son las responsables del enrollamiento de las hojas.

### **Daños**

Las larvas tienen hábitos nocturnos, construyen capullos doblando las hojas tiernas de cacao y uniéndolas con hilos de seda, devoran las láminas foliares, dejando apenas las nervaduras principales. Es frecuente encontrar varias larvas por brote, ocasionando su completa defoliación.

### **Importancia económica**

Al dañar el follaje disminuye la fotosíntesis, su presencia es ocasional y revisite poca importancia.

**Control**

Se deben podar y quemar los brotes afectados y fertilizar las plantas.

**PEGADORES DE LAS HOJAS**

**Orden:** *Lepidóptera*. **Familia:** *Stenomidae*.

**Especie:** *Cercanota carbonifer* Busck.

La plaga es de aparición esporádica en las diversas áreas cacaoteras, revisitando poca importancia.

**El insecto**

El adulto es una mariposita de color crema con una mancha de color marrón oscuro en la región dorsal y una conformación de 1,5 cm, las larvas son de color blanco cremoso con la cabeza marrón oscuro y miden 1,5 a 2 cm de longitud, son las que ocasionan los daños, tienen hábitos nocturnos y utilizan las hojas pegadas como nidos de resguardo durante el día.

**Daños**

Las larvas son activas defoliadoras y se alimentan de la región intervenal de las hojas adultas y construyen sus nidos superponiendo los restos de hojas pegándolas con un hilo de seda muy delgado los cuales se visualizan como paquetes de hojas secas en las ramas de las plantas de cacao. Se pueden encontrar varios grupos de larvas por cada montón de hojas pegadas. Las poblaciones más altas se presentan en la época de sequía.

**Control**

Remover y quemar los montones de hojas secas que utilizan como nidos. Podar y fertilizar las plantas.

**COQUITOS ESQUELETIZADORES**

**Orden:** *Coleóptera*.

**Familia:** *Chrysomelidae*,

Son insectos pequeños, de variados y llamativos colores, que se alimentan del follaje tierno del cacao, abriendo orificios de diversas formas y tamaños en el limbo de las hojas. Sus daños son eventuales y de poca importancia.

**INSECTOS QUE CAUSAN DAÑOS EN FRUTOS**

**MIRIDOS**

**Orden:** *Hemiptera*. **Familia:** *Miridae*.

**Especie:** *Monalonium* spp.

Constituyen una plaga de gran importancia en la mayoría de los países cacaoteros del mundo, atacando numerosos hospederos. En Africa y Asia los miridos revisten gran severidad por ser transmisores de virus. Desde Brasil Abreu, *et. al.* (1989), reporta las especies *M. bondari* y *M. Schaefferi* dañinas en su país. En Co-

## CAPÍTULO VII



FOTO 72.  
DAÑOS EN BROTES POR  
*M. ANNULIPES*

FOTO 73.  
DAÑOS EN FRUTOS POR  
*M. DISSIMULATUM*.

lombia, Castaños (1986) reporta tener evidencia de tres especies:

- *M. dissimulatum*, la más abundante y dañina, se le encuentra atacando mazorcas, favorecida por condiciones de alta temperatura, humedad y exceso de sombra.
- *M. annulipes*, daña tanto mazorcas como brotes, favorecida por alta humedad, luz y temperatura.
- *M. itabunensis* menos dañina.

En Venezuela Hernández, *et. al.* (1958), señaló ataques de *M. dissimulatum* de significación económica en la zona de Trincheras, estado Carabobo. Salcedo, *et. al.* (1988), reporta la presencia de *Monalonium* sp., afectando cultivos de bananos en Caripe, estado Monagas. Actualmente, es frecuente en plantaciones cacaoteras de los valles de Aragua y de la región centro-occidental.

### *El insecto*

Son insectos muy polífagos, miden hasta 1 cm de largo, de cuerpo delgado y color rojizo, las alas son de color negro, con las patas y antenas largas. Existen varias especies atacando diversos cultivos.

### *Daños*

Ninfas y adultos atacan los frutos y brotes, chupando la savia e inyectando toxinas que necrosan los tejidos. En los frutos se ven inicialmente puntos oscuros o pústulas de 2 a 3 mm de diámetro que se necrosan y son de color negro, las cuales se levantan un poco como ampollas, sobre ellas pueden desarrollarse hongos patógenos comunes en los cacaotales. Los frutos muy pequeños pueden abortar, y en los frutos adultos se ven afectadas las almendras. En brotes y ramas nuevas también se forman pústulas que luego se necrosan, los renuevos no mueren pero crecen deformes y débiles (Fotos 72, 73).

En cuanto al control biológico, se han reconocido varios agentes benéficos: *Prophanurus bodkini*, parásito de huevos, *Dolichoderus* sp., predator de ninfas y adultos, lo mismo que los hemípteros *Heza* sp. y *Podissus* spp. También ha sido exitoso el control logrado con el hongo *Beauveria bassiana* (CASTAÑO, 1986).

Si la infestación es muy alta se puede utilizar Nudrín (metomil), en dosis de 2,5 cc/l de agua, dirigido a las ramas y frutos pequeños, una vez culminado el cuajamiento, luego de la labor de poda.

### **CHINCHE NEGRA**

**Orden:** *Hemiptera*. **Familia:** *Pentatomidae*.

**Especie:** *Antiteuchus tripterus* (F).

A este chinche se le responsabiliza de actuar como transmisor del hongo *M. roreri*, su frecuencia es abundante en plantaciones cacaoteras del sur de Lago de Maracaibo, donde existe la enfermedad, aunque igualmente se le ha observado en plantaciones del oriente del país, en los valles de Aragua y en Barinas, en plantaciones libres de moniliasis.

### *El insecto*

Es un insecto de color gris oscuro, de aspecto compacto, mide 10 mm de largo por 6 mm de ancho, de cabeza pequeña triangular, se agrupa en colonias, prin-

## CAPÍTULO VII



FOTO 74.  
ADULTO DE CHINCHE NEGRA  
*A. TRIPTERUS*.

principalmente en la base del pedúnculo de las mazorcas, aunque se le encuentra en cojines florales, hojas, tallos y ramas. Son insectos que no muestran gran actividad, vuelan a corta distancia y emiten un olor desagradable a manera de defensa.

### **Daños**

En las mazorcas origina lesiones de color negro poco profundas, los frutos pueden ser atacados a cualquier edad, siendo los jóvenes los más susceptibles; hongos patógenos comunes pueden colonizar estas lesiones (Foto 74).

### **Control**

- Remoción y quema de los frutos enfermos.
- El control biológico de *Antiteuchus tripterus* con el *Himenoptera scelionidae*, *Phanuropesis semiflaviventris*, parásito de los huevos es exitoso.

### **MINADORES DEL FRUTO**

**Orden:** *Lepidópteras*.

**Género:** *Marmara*.

Son microlepidópteros, sus daños son causados por las larvas que son muy aplanadas y construyen galerías sinuosas de color pardo en la epidermis de los frutos. Por lo general, atacan frutos de mediana edad o próximos a la cosecha pero sus daños no tienen gran importancia económica.

### **AFIDOS O PULGONES**

**Orden:** *Homóptera*, **Familia:** *Aphididae*.

**Especie:** *Toxoptera* sp.

Estos insectos viven en colonias y se alimentan de la savia de las plantas, la cual extraen de los tejidos tiernos del follaje, botones y flores. Excretan un jugo azucarado que recubre los tejidos donde se desarrolla el hongo denominado fumagina. Si se presentan en altas poblaciones, pueden causar la disminución de la fotosíntesis y la caída prematura de flores y frutos recién formados.

### **Control**

Si la población es muy alta aplicar Pirimor (carbamato) a la dosis de 1 gr/l de agua.

### **SALTAHOJAS O SALIVITA**

**Orden:** *Homóptera*.

**Familia:** *Cercopidae*.

El daño se debe a que las ninfas se desarrollan dentro de una sustancia blanca espumosa que cubre los cojines florales, impidiendo el desarrollo normal de las flores. Cuando las ninfas alcanzan el estado adulto, abandonan la burbuja de espuma, la sustancia blanca toma un aspecto harinoso y el cojín floral permanece cierto tiempo inactivo, afectando así la producción del cultivo.

### **CARAPACHITO**

**Orden:** *Homóptera*.

**Familia:** *Membracidae*.

Se localizan sobre los brotes y pedúnculos de flores y frutos, donde chupan savia para su alimentación, ocasionando el marchitamiento de los mismos.

**FALSOS MEDIDORES**

**Orden:** *Lepidóptera*.

**Familia:** *Geometridae*.

Estos insectos atacan en forma sorpresiva y esporádica, siendo las larvas muy activas, ocasionando numerosas galerías irregulares en la superficie de los frutos pequeños y medianos. Cuando los ataques son intensos destruyen gran número de frutos, los cuales mueren por el daño directo o por infecciones debidas a hongos patógenos.

**HORMIGAS**

**Orden:** *Hymenóptera*.

**Familia:** *Formicidae*.

Están representados por muchas subfamilias, tribus y especies organizadas en castas altamente especializadas, muy numerosas y de diferente comportamiento social, a algunas se las consideran benéficas para los cultivos por contribuir a su nutrición y a la polinización o son depredadoras, otras en cambio actúan en simbiosis con homópteros, chupadores de savia, que en su mayoría son vectores de serios patógenos –hongos y virus– a los cuales protegen y transportan, mientras las hormigas consumen las secreciones azucaradas que producen los homópteros. Entre los géneros más frecuentes tenemos: *Cromatogaster*, *Formica*, *Componotus* y *Paratrechina*, otros dañan la corteza de los árboles como *Componotus* sp., *Paraponera* sp. y *Solenopsis germinata* (hormiga de fuego) los cuales son muy urticantes y dificultan las labores de los agricultores. La hormiga conocida en Oriente como Yolofa construye sus nidos al pie de los árboles y si se les molesta, causan serias mordeduras con sus fuertes mandíbulas.

Jaffé, *et. al.* (1986), señala para Barlovento, estado Miranda, 68 especies de hormigas, siendo *Azteca foregi* la más común y la más excluyente a otras especies de la planta de cacao. Las hormigas, por su abundancia, diversidad y su papel en el mantenimiento del equilibrio natural entre las poblaciones, constituyen una porción muy importante del agroecosistema cacao.

**PEGONES**

**Orden:** *Hymenóptera*. **Familia:** *Meliponidae*.

**Especie:** *Trigona* sp.

Estos insectos se han observado causando daños sobre los chireles muy tiernos, en los que remueven pequeños trozos de epicarpio para su alimentación, ocasionándoles la paralización del desarrollo y generalmente la muerte.

**GUSANO DE LA FLOR**

**Orden:** *Lepidóptera*. **Familia:** *Pterophoridae*.

**Especie:** *Platyptilia nubilia*.

CAPÍTULO VII

Sus pequeñas larvas atacan a las flores del cacao, ocasionándoles su destrucción, debido a que se alimentan de la corola, estaminoides, pistilo los frutos tiernos y brotes. Realizan perforaciones circulares y se alimentan de los tejidos internos, dañándolos completamente limitando así la producción.

**ESCAMAS**

**Orden:** *Homóptera*.

**Familia:** *Coccoidea*.

Se localizan en tallos, brotes, frutos y cojines florales. Estos insectos son poco móviles e introducen los estiletos dentro de los tejidos vegetales para succionar savia, ocasionando retrasos en el desarrollo o transmitiendo patógenos, generalmente viven en simbiosis con hormigas.

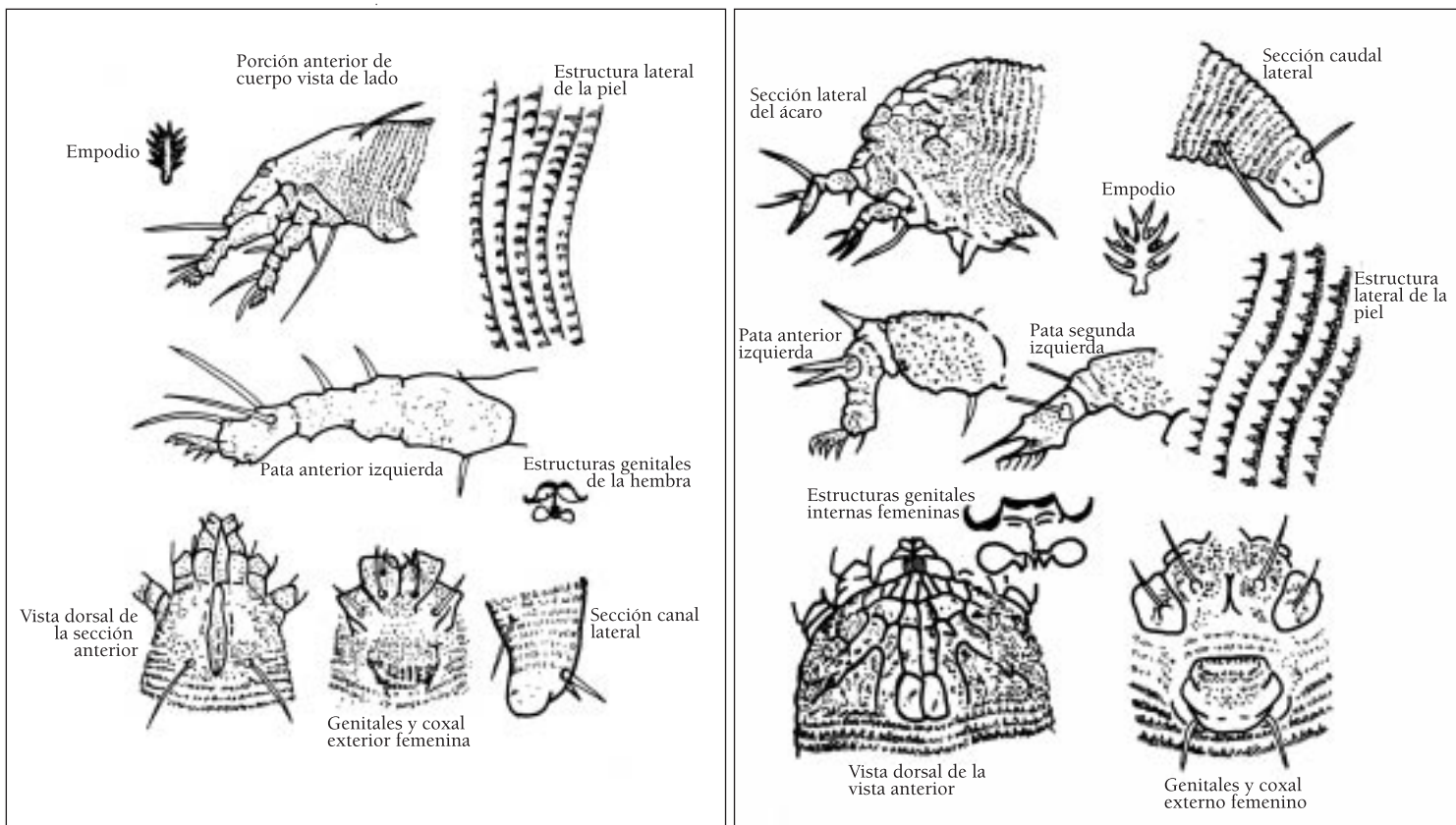
**ACAROS**

**Orden:** *Acarina*. **Familia:** *Eriophyidae*.

**Especies:** *Eriophyes reyesi*, Nuzzaci y *Floracarus theobromae* Keiffer.

A partir del año 1970 en Barlovento, Venezuela, se comenzó a observar una nueva sintomatología en plantas de cacao, consistente en el atrofiamiento de las yemas terminales de las ramas, ocasionando la muerte de la mismas o de toda la planta, posteriormente, se le ha visualizado en todas las áreas cacaoteras de Venezuela y en Brasil. Fue estudiada por Reyes y Capriles de Reyes, (1972), señalando

FIGURA 54A:  
E. REYESI;  
54B:  
F. THEOBROMAE



## CAPÍTULO VII



FOTO 75.  
ACARO DEL CACAO  
*ERIOPHYES REYESI*

FOTO 76.  
DAÑOS EN BROTES JÓVENES DE  
CACAO POR *ERIOPHYES REYESI*

a los *Eriophydos* como agentes causales de esta erinosis. Luego Keiffer y Nuzzaci (1973) las describen como nuevas especies de ácaros afectando el cacao, y las denominan *Eriophyes reyesi* Nuzzaci y *Floracarus theobromae* (Keiffer), nuevas especies para el mundo (Figuras 54A y 54B).

Son insectos muy pequeños, de apenas 0,2 mm, vermiformes y de color crema que requieren tejidos vivos para su sobrevivencia. Se ubican en los extremos de las ramas, las cuales no se desarrollan porque las yemas terminales aparecen atrofiadas con una continua brotación y defoliación, presentándose ramas desnudas, curvadas y con entrenudos cortos; sintomatología ocasionada por las numerosas colonias de los *Eriophydos* allí localizados y que se conoce con el nombre popular de “engurrñadera”. Esos daños se inician en pocas ramas, que mueren, pero pueden generalizarse y matar toda la planta. Una vez implantados los ácaros es difícil la recuperación de las plantas (Fotos 75, 76).

### Control

- Diagnóstico precoz de los daños.
- Remoción y quema de todos los brotes enfermos.
- Protección de las ramas con Acarin (Dicofol), en dosis de 3 g/l de agua o Kumulus (Azufre) a la misma dosis, humedeciendo bien los brotes terminales.

## INSECTOS EN CACAO ALMACENADO

Aun después de las cosechas, las almendras del cacao corren riesgos de ser atacadas por plagas, ocasionando serias pérdidas económicas a los agricultores. Si las almendras no fueron bien secadas con humedad inferior a 8%, o si los sitios de almacenamiento son húmedos, con alta temperatura y sucios, se propician las infestaciones de plagas.

Las plagas que atacan al cacao almacenado son de distribución cosmopolita, siendo las especies más importantes las siguientes:

*Ephestia cautella* Walk (*Lepidóptera: Phycitidae*),

*Lasioderma serricorne* (F) (*Coleóptera: Anobiidae*).

*Araoecerus fasciculatus* (Degger) (*Coleóptera: Anthribidae*)

*Tribolium castaneum* (Herbst) (*Coleóptera: Thenebronidae*).

Afortunadamente, las almendras no son muy apetecibles por estos insectos, de allí que adecuadas medidas de almacenamiento y manejo reducen significativamente las pérdidas.

A continuación se mencionan algunas precauciones que se deben aplicar para evitar pérdidas por plagas en cacao almacenado:

- Manejar los almacenes con personal debidamente adiestrado.
- Evitar almacenajes muy prolongados.
- Bajar el contenido de humedad de las almendras entre 6 y 8%.
- Limpiar bien los almacenes, recogiendo los residuos acumulados.
- Utilizar rejillas de madera para apilar los sacos.
- Si se presentan altas poblaciones de insectos, fumigar el almacén con insecticidas.

ticidas piretroides o colocar entre los montones de sacos tabletas de Gastión (fosforo de aluminio), colocando una por cada 25 sacos, y dejar actuar por 72 horas. Los restos de pastillas deben ser inactivados con arena y sacados del almacén a un lugar de desechos tóxicos.

### VERTEBRADOS DAÑINOS AL CULTIVO

Se trata de diversas especies que constituyen las llamadas plagas mayores, por los severos daños que ocasionan y por su complicado control, motivado a sus ataques sorprendidos y a la dificultad de utilizar venenos que atentarian contra los humanos, animales domésticos y el ecosistema. Estos animales representan una amenaza latente para los agricultores, debido a que en sus ataques deterioran los frutos generalmente a punto de cosecha.

Para el control de estas plagas debe recurrirse a diferentes estrategias, según el comportamiento de cada especie, como: cosechas precoces, cebos, trampas atrayentes, cacerías de control. Es necesario realizar investigaciones para el diseño de medidas de control, de preferencia no químicas, estudiando especies, su comportamiento y ecología para diseñar mecanismos que los mantengan alejados, se podría experimentar con promoción de establecimiento de depredadores naturales como búhos, serpientes, murciélagos de los géneros *Vampirum*, *Trachops* y *Cloropterus*.

#### Mamíferos:

Las ratas, ratones, monos y ardillas son plagas frecuentes en cacaotales. Ratas y ratones son muy severas en Brasil y Santo Domingo. En Venezuela constituyen una plaga potencialmente grande sobre todo en las áreas cacaoteras de la región Occidental, sus daños son directos cortando las ramas en bisel, perforando frutos de cualquier edad cerca del pedúnculo por donde remueven pocas almendras, consumen mucílago y el resto se pierde por pudriciones. Igualmente consumen cacao almacenado y causan serios daños indirectos al contaminar las almendras con excretas que desvalorizan el producto.

Desde Brasil, Cruz (1983) menciona la severidad de los daños de roedores en cacaotales y señala como especies capturadas e identificadas las siguientes: en el Orden *Rodentia*, las especies *Nectomys squamipes*, *Rattus rattus*, *Thomasomys* sp., *Rhipidomys* sp. y *Akodon* sp. y en el Orden *Marsupiala*: *Marmosa* sp.

Si analizamos los hábitos de algunos de estos géneros, no todas deberían ser plagas del cacao: *Thomasomys* sp. vive en áreas de alta montaña, es semitrepador, *Nectomys squamipes* es semi acuático, trepa muy poco y *Akadon* sp. coloniza vegetación abierta y no es arborícola. En cambio *Rhipidomys* sp. supuestamente se alimenta de frutos pequeños, material vegetal e insectos, es arborícola y vive en tierras bajas, siendo factible su señalamiento como plaga del cacao.

Acerca de los marsupiales, éstos podrían estar aprovechando los daños ocasionados por otras plagas. El género *Marmosa* incluye especies mayormente insectívoras y el género *Didelphis marsupiale* (Rabi pelao o yaguare) es un oportunista

FOTO 77.  
DAÑOS EN FRUTOS CAUSADOS  
POR RATAS



## CAPÍTULO VII

que aprovecha los frutos abiertos.

En cuanto a las arditas la especie *Sciurus granatensis* es muy dañina en cacao-tales atacando las mazorcas maduras y consumiendo el mucílago.

Los monos en especial el género *Cebus* spp. (capuchino), además de acarrear frutos y comer almendras causan daños agravados porque destruyen los cojines florales en detrimento de las futuras producciones (Fotos 77 y 78).

### Aves

Los loros (*Amazona* sp.), pájaros carpinteros (varias especies) y los conotos (*Psarocolius* sp.) son aves que causan severos daños al perforar los frutos de cualquier edad, ocasionando la pudrición de las almendras (Foto 79).

Los loros perforan frutos verdes en la mitad, causando extensos daños ya que se movilizan en bandadas, los pájaros carpinteros, comúnmente llamados terere realizan hoyos finos en la mitad de los frutos cercanos a la madurez y depredan los mosquitos que se desarrollan en el mucílago fermentado y los conotos, destruyen numerosos frutos de cualquier edad.



FOTO 78.  
DAÑOS EN FRUTOS CAUSADOS  
POR ARDILLA

FOTO 79.  
DAÑOS EN FRUTOS CAUSADOS  
POR PÁJARO CARPINTERO

CAPÍTULO VIII

SISTEMAS INTENSIVOS  
DE PRODUCCIÓN DE CACAO



**CONSIDERACIONES GENERALES**

En el cultivo de frutales de clima templado se ha desarrollado una tecnología que permite el manejo de plantas cultivadas a distancias cortas, cuya finalidad es disminuir el tiempo de crecimiento y entrada en producción (precocidad), y obtener altos rendimientos por unidad de superficie. Al mismo tiempo se disminuyen los costos de producción en las labores de mantenimiento, poda, controles fitosanitarios y cosecha. Este sistema se aplica en muchos países en cultivos de peras y manzanas, utilizando variantes de esta técnica con plantaciones de alta densidad, aunque todavía presenta dificultades como práctica comercial en otros cultivos perennes como cacao.

Los fisiólogos vegetales definen el sistema intensivo de producción (SIP) como aquel con una población de plantas muy superior en comparación con el sistema que produciría sus máximos rendimientos, cuando las plantas crecen hasta alcanzar su mayor tamaño natural. Mientras los árboles plantados a cortas distancias producirán un mayor rendimiento por unidad de superficie, al compararlos con plantas de edad similar sembradas a distancias tradicionales, no sucederá lo mismo cuando la competencia entre árboles sea excesiva por la luminosidad, los nutrimentos y el agua disponible en el suelo (REYES, CAPRILES DE R. Y ROJAS, 1976).

De acuerdo con Posnette (1981), para lograr que el SIP sea productivamente superior a los huertos tradicionales, deben cumplirse los siguientes requerimientos:

- Una mayor precocidad de producción, que le permita generar cosechas a los dos o tres años de sembrado.
- Una intercepción alta y eficiente de la luz, para que pueda mantener el ritmo regular de producción y altos rendimientos anuales.
- Un manejo económico y eficiente, el cual dependerá en gran medida de una mecanización adecuada.

De acuerdo con Luckwill (1977), en Inglaterra, se ha experimentado durante años con diferentes sistemas de producción de frutales, sembrando huertos de hasta 3.000 árboles por hectárea, pensando siempre en función de rendimientos económicos. En principio, el objetivo era producir mayor cantidad de frutos por hectárea, con árboles de más fácil manejo y de mayor precocidad. Sin embargo, actualmente el principal incentivo se refiere a la intensificación del crecimiento de los árboles frutales, considerando el alto costo y escasez de mano de obra entrenada para las labores de cosecha y poda. Por ello, la estrategia debe dirigirse hacia el diseño de plantaciones que faciliten la mecanización de estas labores. En experiencias con altas densidades, de hasta 7.000 plantas/ha, se han utilizado sustancias reguladoras del crecimiento, que inducen a los árboles a formar yemas productivas en su primer año de desarrollo, para luego en el segundo año y después de la floración y fructificación, cortarlos hasta dejar espacios que generen un nuevo brote. En años sucesivos se repite este ciclo bienal, el cual podría ser mecanizado para la cosecha, cortando los brotes fructificados con una cosechadora y luego en forma mecanizada separar ramas y frutos.

### Producción temprana

El SIP estará determinado particularmente por el tamaño potencial de los árboles que se pretenden utilizar y no puede definirse en términos de números, porque lo que puede ser de alta densidad para un clon vigoroso, podría ser de baja densidad para una planta de porte bajo. Sin duda alguna, la precocidad del patrón y del injerto determinará el momento temprano de producción. En este caso hay que investigar el comportamiento de árboles de porte muy bajo (PMB), como es el caso de las selecciones de plantas de cacao Porcelana (REYES Y CAPRILES DE R, 1990), las cuales podrían adaptarse muy bien bajo un sistema de producción de manejo intensivo de plantaciones de cacao. Las características de estas selecciones de cacao Porcelana se presentan en el Cuadro 6.

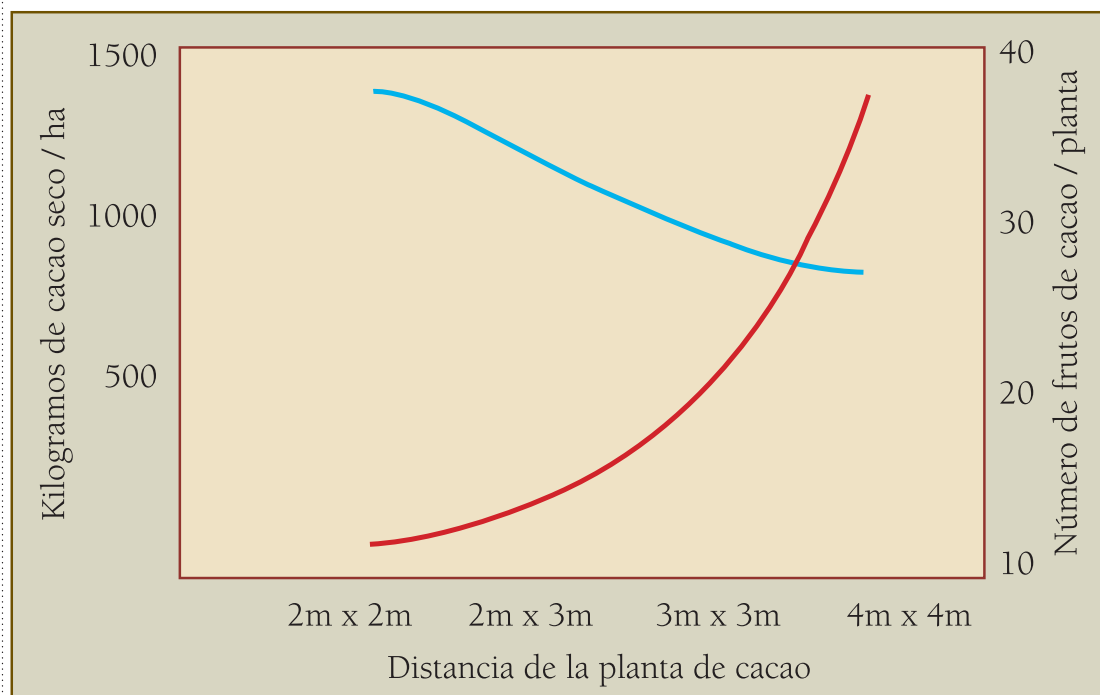
Estas plantas deben ser objeto de una investigación detallada que permita:

- Someterlas a diferentes densidades de siembra, bien sea por propagación sexual o asexual, para determinar las distancias más adecuadas a utilizarse en el sistema intensivo.
- Someterlas a autofecundaciones sucesivas, seleccionando aquellas que mantengan las características de porte muy bajo, con el objeto de acentuar la frecuencia genética de este carácter.

### Intercepción de la luminosidad

El espaciamiento al cual los árboles son sembrados y la conformación para unir sus copas influyen en la capacidad de utilización de la luz por el follaje. La distribución uniforme, ya sea en un distanciamiento de marco real o triangular, permite un sombreado y una competencia radical mutua, a diferencia de los distanciamientos cortos en setos sencillos o apareados. No obstante, el distan-

FIGURA 55.  
CURVA DE PRODUCCIÓN  
POR UNIDAD DE SUPERFICIE  
Y POR PLANTA EN DIFERENTES  
DENSIDADES DE SIEMBRA.  
(REYES, ET. AL., 1981).



ciamiento de siembra debe considerar la posibilidad de mecanización a utilizarse en el manejo de la plantación.

Distancias cortas de siembra en cacao son más productivas por unidad de superficie, pero, a su vez, las mayores distancias permiten una mayor producción por planta (Figura 55).

### **Manejo económico del cultivo**

La principal atracción del productor para usar el SIP radica primeramente en conseguir altos rendimientos a temprana edad, para lograr un retorno rápido del capital invertido en el establecimiento de la plantación y posteriormente en reducir el costo anual de mantenimiento, especialmente en las labores de poda, controles fitosanitarios, control de malezas y cosecha.

En realidad es muy poco lo que se ha realizado en labores de mecanización de la poda y cosecha en plantaciones de cacao. Sólo un intento al respecto se ha llevado a cabo en Venezuela, utilizando plantaciones en espalderas (REYES, *ET AL.*, 1987). El uso de árboles enanos, con porte de dos a tres metros, podría resultar menos costoso en labores de poda y cosecha, que aquellos de gran tamaño (5 a 8 m). Si este principio se combinara con un arreglo de plantación que permitiera cierto grado de mecanización en árboles de tamaño predeterminado, se lograrían estos propósitos.

### **MANEJO INTENSIVO DE PLANTACIONES DE CACAO: LA EXPERIENCIA ASIÁTICA**

Dentro del enfoque de uso y manejo de plantaciones de altas densidades, algunos países asiáticos, como Filipinas y Malasia, han logrado modificaciones en el cultivo tradicional de cacao, donde se combina un paquete de tecnologías que incluye altas densidades de siembra, selección detallada de los sitios de establecimiento de la plantación, técnicas específicas de poda, irrigación por goteo y técnicas de planificación y control estrictas, constituyendo los sistemas intensivos de producción (SIP).

### **Determinantes del rendimiento en los sistemas intensivos**

Como ha sido señalado en capítulos anteriores, el cultivo del cacao depende de un conjunto de factores: edafoclimáticos, genéticos y de manejo agronómico y fitosanitario, para lograr el óptimo de producción y rendimiento por unidad de superficie. El potencial de rendimiento está influenciado igualmente por las características deseables de la planta en términos de arquitectura, producción fotosintética, capacidad de producción de frutos y comportamiento frente a plagas y enfermedades. Todos estos factores, ambientales y fisiológicos, actuando dentro del agroecosistema que constituye la plantación de cacao determinarán la variabilidad real y afectarán el potencial de rendimientos comerciales posibles de obtener en un sistema intensivo de producción (SIP).



FOTO 80.  
PLANTACIÓN BAJO MANEJO  
INTENSIVO EN COLOMBIA.  
(CORT. DE A. AGUDELO)

Derecha: FOTO 81.  
PLANTACIÓN BAJO MANEJO  
INTENSIVO EN MALASIA.

### ***Estrategia del SIP***

El proceso de optimización restringido empieza por definir un grupo viable de soluciones y de manipular las variables hacia una solución óptima. Concretamente, la viabilidad del SIP se define así:

- 1) Selección del sitio para el desarrollo de la plantación.
- 2) Selección y propagación de los cultivares a utilizar para la siembra.
- 3) Planificación física y diseño del trazado de la plantación dentro de la finca.
- 4) Diseño del sistema de producción.

Es importante destacar que el SIP no está introduciendo ninguna técnica radicalmente nueva; lo que sí ofrece es un sistema analítico con la tecnología ya probada y evaluada, junto con las prácticas de manejo de otros cultivos permanentes subtropicales y tropicales, aplicadas al cultivo del cacao. Estrategias similares han tenido éxito significativo en cultivos como cambures, coco y cítricos. El objetivo final es el de conseguir rendimientos precoces y altos en las plantaciones de cacao.

### **Rendimientos proyectados para el SIP**

El rendimiento proyectado del SIP es el efecto acumulativo de varios componentes de tecnologías y su aplicación sistemática en la cosecha. Los valores óptimos son los siguientes:

1) **Número de árboles por hectárea.** El diseño de la siembra se basa en un arreglo de setos dobles de alta densidad. Esto se traduce en un promedio de 3.320 árboles por hectárea. Los factores críticos a tomar en cuenta para el logro de esta meta estarían en el porcentaje de pegamiento logrado durante la siembra en el campo y el porcentaje de habilidad de establecimiento (HE), lograda después de tres ciclos de brotaciones.

2) **Número de mazorcas por árbol.** El número proyectado de mazorcas por árbol a la madurez es de 40 frutos a los cinco años. La capacidad de fructificación de la planta es un criterio fundamental para la selección de los clones que deben propagarse. Los clones élite deben producir una media de 100 a 200 frutos como un criterio de selección. Sin embargo, para las estimaciones de rendimiento, esta

capacidad para producir frutos debe ajustarse para un árbol de menor tamaño, tal como es requerido para el SIP. La experiencia en las Filipinas ha demostrado una capacidad de producción de 20 frutos por planta a los tres años de la siembra. La proyección sería como sigue:

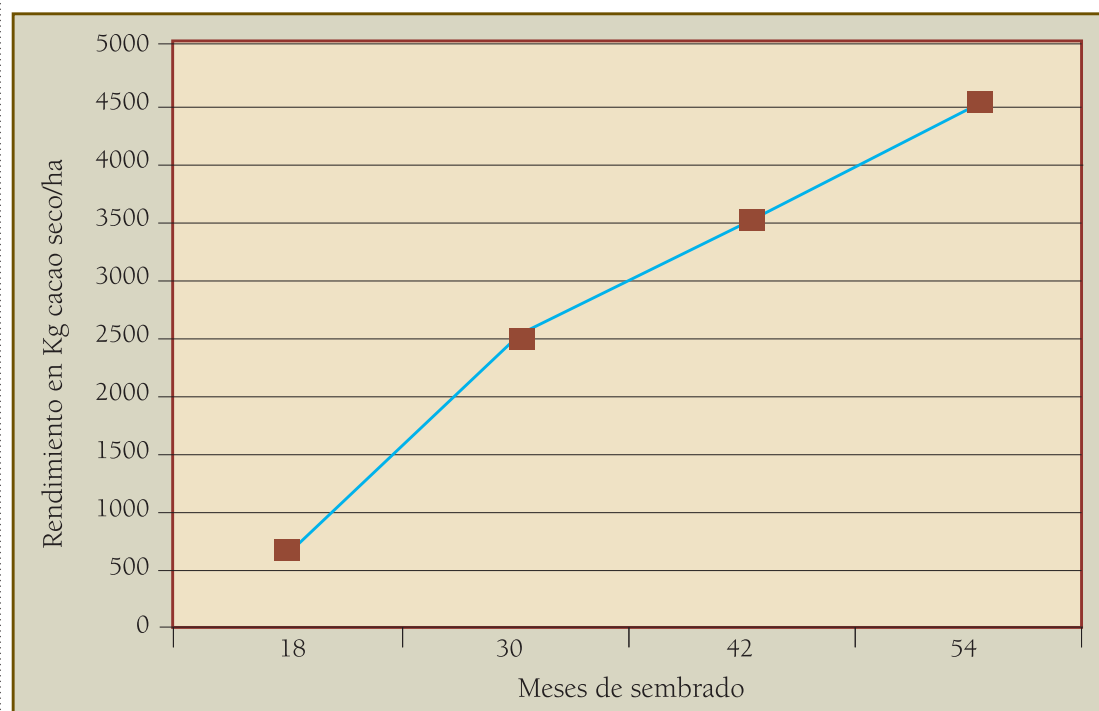
- Tres años después de la siembra: 3.320 árboles/ha por 20 frutos/árbol entre 35 (índice de mazorca) = 1900 Kg/ha.
- Cinco años después de la siembra: 3.320 árboles/ha por 40 frutos/árbol entre 30 (índice de mazorca) = 4.400 Kg/ha.
- Ocho años después de la siembra: 3.320 árboles/ha por 50 frutos/árbol entre 25 (índice de mazorca) = 6.200 Kg/ha.

**3) Índice de mazorca.** La proyección de rendimiento asume un índice de mazorca (IM) muy alto en los primeros años, que disminuye conforme avanza la edad de la plantación. Esta estimación es muy conservadora, si se considera que los mejoradores de cacao en las Filipinas manejan un valor de 29 y en Venezuela se estima normalmente un valor de IM de 20. Dado que el valor del IM está influenciado por el abastecimiento de agua a la planta, se considera que las plantaciones bajo SIP contarán con un sistema de riego que asegure el aporte de agua a la planta durante la época seca. El uso de valores medios en este análisis está basado en que se utilizará la propagación asexual y que el manejo de campo estará organizado para reducir la variabilidad que pudiera haber en la plantación.

La precocidad de la cosecha puede expresarse mediante una curva que exprese la relación entre los incrementos del rendimiento y la edad en la cual la cosecha alcance su producción a la madurez.

La implantación del SIP está sustentado sobre la lógica del proceso de opti-

FIGURA 56.  
CURVA DE RENDIMIENTO  
EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
INTENSIVA DE CACAO.  
EXPERIENCIA ASIÁTICA



mización expuesto previamente y su viabilidad depende de los momentos críticos de decisión durante el proceso de planificación del proyecto (Figura 56).

### **Decisiones críticas en la planificación del proyecto**

Dado que los factores determinantes no pueden ser controlados a través del manejo, es necesario definir estas limitaciones, de manera que pudieran crearse condiciones óptimas para el crecimiento de la planta dentro de su mayor amplitud. Los criterios a utilizar serían los siguientes:

1) *Selección de los sitios de siembra*: debe tomarse en cuenta la amplitud de los valores máximos y mínimos de los factores ambientales ya señalados. El predominio de enfermedades y plagas debe tener una alta consideración. Es necesario un conocimiento exhaustivo del clima y un análisis preliminar de la capacidad del terreno, así como una evaluación de los costos requeridos para mejorar los factores limitantes, para lograr una evaluación integral de la conveniencia de determinado sitio de establecimiento.

2) *Selección y propagación de plantas superiores para la siembra*: los materiales a ser utilizados como patrón y vareta para la injertación se seleccionan sobre la base de la precocidad, vigor general de la planta y buen comportamiento a las enfermedades. Los viveros deben certificar el origen y procedencia de los materiales, antes de establecer el jardín clonal de varetas o de semilleros para la multiplicación.

3) *La planificación física y el diseño de la finca*: que requiere de información a obtenerse mediante los estudios detallados de:

- La capacidad agroecológica del terreno, determinando las características físicas y químicas del terreno, así como su capacidad de infiltración y drenaje.
- Estado de la fertilidad de los suelos, lo que permitirá diseñar los planes de fertilización adecuados.
- Estudio topográfico del área seleccionada.

Esta información servirá para seleccionar las áreas a cultivar y para diseñar la red vial y el sistema de drenajes y/o riego requeridos.

### **Componentes tecnológicos**

El conjunto de prácticas agronómicas que se aplicarán al cultivo es el siguiente:

1. *Alta densidad de siembra*. Los árboles se plantan sobre distancias de 2 x 4 x 1 m, o de 3 x 2 x 1 m, equivalentes a 3.320 o 4.000 plantas/ha, respectivamente.

2. *Propagación asexual de clones seleccionados*. Se clonan los árboles seleccionados por su alto rendimiento y se injertan sobre patrones resistentes a enfermedades.

3. *Poda de formación del árbol*. Se realizan podas ligeras con cierta frecuencia, que permitan crear una arquitectura en la planta que asegure una óptima utilización de la luminosidad y del espacio útil, controlando la tendencia al crecimiento habitual.

4. *Irrigación por goteo*. Este sistema permite una alta eficiencia en el suministro y distribución del agua requerida por las plantas, al mismo tiempo que permi-

te la aplicación precisa de los fertilizantes en las dosis recomendadas por el estudio de fertilidad.

**5. Gerencia y administración del proceso.** Debe obedecer a un proyecto o programa de desarrollo que establezca claros principios de manejo, basados en un sistema de planificación, seguimiento y control, donde los registros de información sean adecuados para el monitoreo de los criterios agronómicos y su aplicación en el proceso a través de cronogramas de actividades de estricto cumplimiento por el personal involucrado. La administración de los recursos físicos y la utilización de mano de obra capacitada requerirá del establecimiento de mecanismos de planificación del trabajo diario y de su continua evaluación.

**6. Capacitación de la mano de obra.** Dada la complejidad del SIP, será necesario adiestrar el personal, con habilidades, destrezas y aptitudes que permitan un desempeño eficiente, especialmente en las áreas críticas, como la injertación, el riego y la poda.

### RACIONALIZACIÓN DE LA PODA EN MATERIAL CLONAL INJERTADO. EXPERIENCIA EN KUMASSIE-DAVAO, MALASIA

#### Objetivos

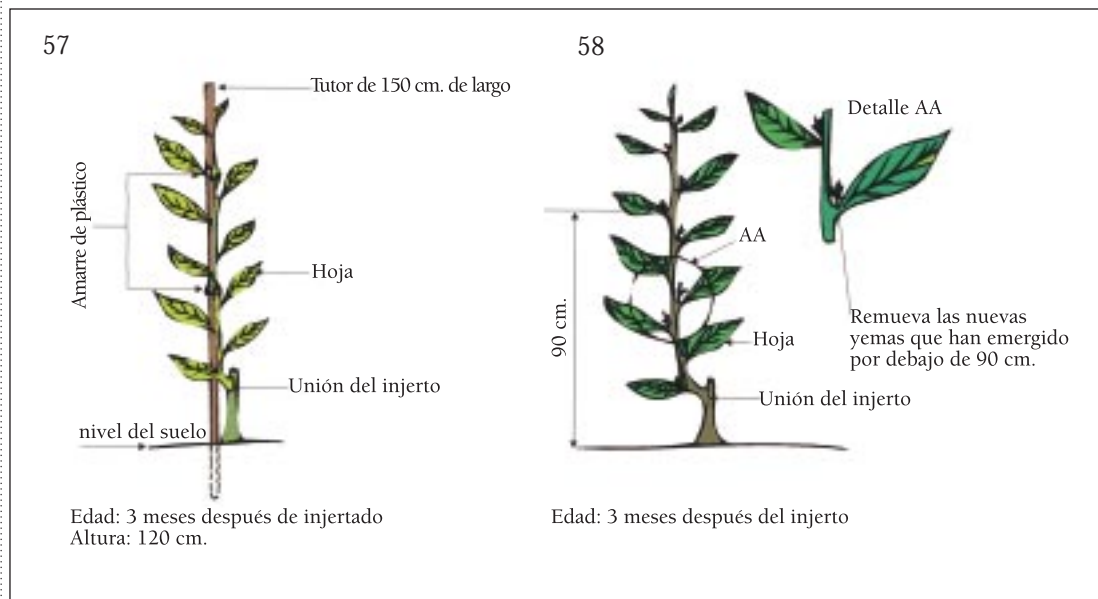
A través de podas de formación sucesivas, debe conformarse un árbol con una arquitectura que cumpla con los objetivos siguientes:

**1. Accesibilidad.** Los árboles deben alcanzar una estructura tal que el operario pueda caminar fácilmente debajo de la copa de las plantas y tenga facilidad para alcanzar las mazorcas maduras al momento de la cosecha.

**2. Estructura.** Debe buscarse una planta con una horqueta de 1,5 a 2 m de alto sobre el tronco, con dos, tres o cuatro ramas radiales, de las cuales se forman ramas secundarias, que permitirán la formación de una copa tal como se muestra en la Figura 57.

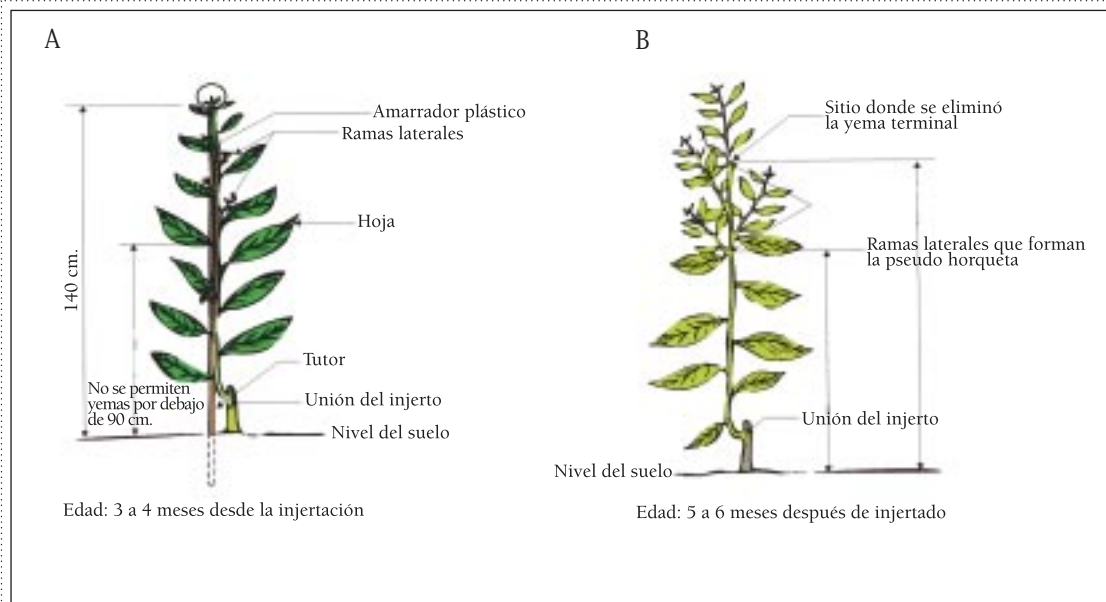
FIGURA 57.  
PLANTA DE CACAO, MOSTRANDO  
SU TUTOR

FIGURA 58.  
ELIMINACIÓN DE YEMAS DE LA  
PARTE INFERIOR DE LA PLANTA.



## CAPÍTULO VIII

FIGURA 59A.  
ELIMINACIÓN DE LA YEMA  
TERMINAL DE LA PLANTA;  
59B:  
FORMACIÓN  
DE PSEUDO-ORQUETAS



3. **Mantenimiento de un índice de área foliar (IAF) deseable.** El IAF es un indicador de la proporción entre el área foliar de la planta y el área de suelo. Alvim (1977), en estudios conducidos en Brasil, ha determinado que un índice de 5:1 a 6:1 es el óptimo. Por debajo de 5:1, implica menor utilización de la luz y menor fotosíntesis, mientras que por encima de 6:1 provocará un sombreado excesivo causante de cambios metabólicos hacia el crecimiento vegetativo y no de ramas fructíferas. Los podadores pueden ser entrenados para reconocer el estado óptimo de IAF.

### **Materiales**

Son los clones seleccionados para la siembra, cuyos hábitos de crecimiento y formación de ramas de los clones pueden clasificarse de acuerdo con tres tipos básicos:

- **Arbustivo**, de baja altura con muchas ramas alrededor de la horqueta,
- **Intermedio**, de altura media y con dos, tres o cuatro ramas principales, con un ángulo de crecimiento mayor que la horizontal.
- **Erecto**, con varias ramas separadas sobre el vástago y con ángulos de crecimiento superiores a los 50 grados.

### **Metodología**

#### **Métodos básicos**

- **Tutoreo**, consiste en la guía o direccionamiento de la planta, con la ayuda de un tutor.
- **Desyemado**, o eliminación de las yemas foliares hasta una altura de 90 cm a partir del suelo.
- **Despuntado**, o eliminación de la yema apical del vástago de la planta y de las ramas principales a una altura de aproximadamente 1,40 metros.

#### **Métodos específicos**

La aplicación de podas de formación, mantenimiento y fructificación, junto

con los métodos básicos señalados antes, permitirán orientar el material de acuerdo con su hábito de crecimiento y ramificación: arbustivo, intermedio o erecto.

**Crecimiento arbustivo:** se busca una planta con una altura de 2 m, con el verticilio más o menos de 90 cm de altura y una copa de aproximadamente 1,10 metro.

**Crecimiento intermedio:** la altura de la planta llegará hasta 2,9 a 3,0 m, y las ramas crecerán entre 90 y 140 cm de altura del vástago, formando una copa más redondeada que la arbustiva.

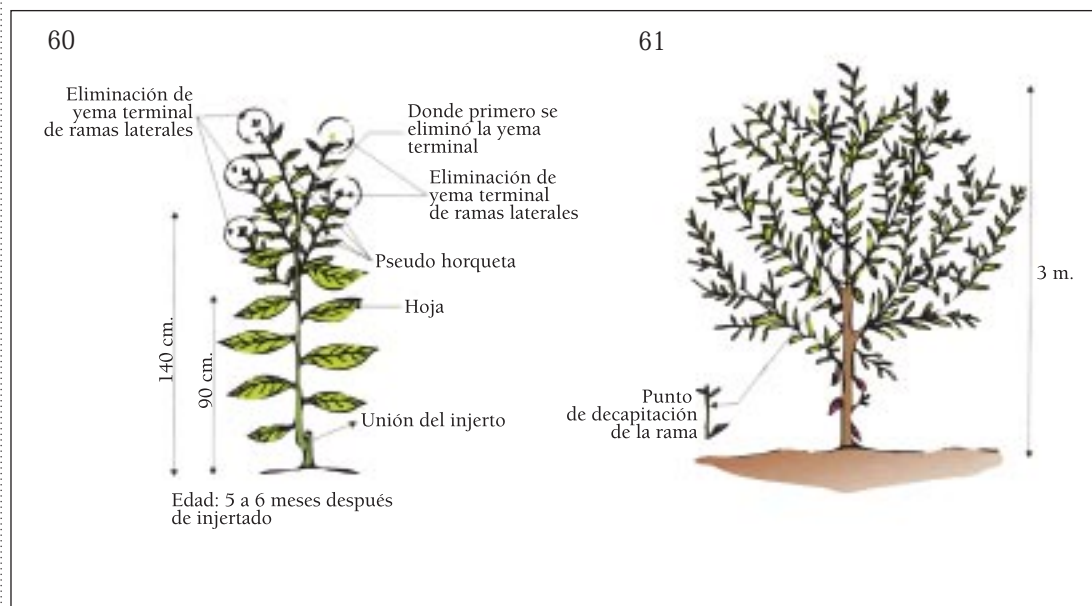
**Crecimiento erecto:** éste es el tipo de crecimiento más difícil de lograr. Después del primer despuntado del vástago principal a 1,40 m (Figura 58) se debe mantener en observación continua para identificar la emergencia de las primeras ramas. Inmediatamente después de la primera brotación se debe aplicar el despunte de las ramas, para provocar el crecimiento de ramas secundarias sobre las primarias (Figura 60).

A los 24 meses la planta debe tener una conformación como la que se muestra en la Figura 60. Se recomienda la aplicación de podas de formación y mantenimiento cada tres meses, con el fin de lograr la orientación correcta de crecimiento y la formación de la copa deseada. En la medida en que el árbol se acerca a la madurez, la poda debe dirigirse hacia el mantenimiento de un IAF óptimo, con una frecuencia corta, para evitar las pérdidas de biomasa que ocasionaría una frecuencia más amplia.

**Poda correctiva.** Cuando el crecimiento de un árbol ocurre fuera de control, debe aplicarse la poda correctiva, especialmente requerida en los árboles de tipo erecto. Esta poda debe realizarse en intervenciones sucesivas y se inicia con la remoción de las ramas más erectas que usualmente se encuentran en la parte media del árbol, cortándolas lo más cerca del vástago, pero dejando tres o cuatro yemas foliares que permitan la emergencia de nuevas ramas. Bajo ninguna circunstancia deben cortarse todas las ramas drásticamente de manera simultánea, lo cual puede

FIGURA 60.  
ELIMINACIÓN DE YEMAS  
TERMINALES EN RAMAS  
LATERALES

FIGURA 61.  
PODA CORRECTIVA



## CAPÍTULO VIII



FOTO 82.  
VEHÍCULO UTILIZADO  
PARA EL MANEJO DE  
PLANTACIONES DE CACAO  
EN TRINIDAD

provocar la pérdida de biomasa y del IAF requerido para la producción sobre las ramas leñosas (Figura 61).

### MANEJO INTENSIVO DE PLANTACIONES DE CACAO EN VENEZUELA UTILIZANDO ESPALDERAS

Una alternativa dentro de los sistemas intensivos de producción consiste en el uso de espalderas, a través de las cuales se controla el crecimiento de los árboles, visualizando el cultivo de forma tridimensional, con ancho, largo y alto conformando un volumen vegetal, donde ciertas porciones son productivas y otras no lo son; es decir, que el volumen ocupado por troncos, ramas y follaje es productivo, mientras que las caminerías, espalderas y soportes constituyen la parte no productiva.

#### Control del tamaño del árbol

El éxito en el desarrollo de los SIP radica en la combinación de patrones portainjerto enanizantes, que originan plantas de porte bajo, con varetas de cultivares de alta producción. Sin embargo el tamaño puede controlarse también mediante el manejo adecuado de la poda, incrementando el número de ramas laterales sobre el tronco y controlando su desarrollo, e igualmente restringiendo el crecimiento del sistema radical. Similarmente, es posible el control del tamaño reduciendo el nivel nutricional o incrementando el estrés de humedad, podando en verano.

Recientemente se ha experimentado con sustancias reguladoras del crecimiento, las cuales modifican ciertos procesos fisiológicos que permiten la supresión de los brotes, la estimulación de yemas florales y la alteración de la dominancia apical.

#### El problema de la mecanización

El costo de la mano de obra, aunado a su escasez, constituye uno de los factores críticos en la explotación cacaotera, y en el caso de los SIP el problema se agrava debido a la mayor intensidad de aplicación de tecnologías con cierto grado de especialización. Por ello es imprescindible la mecanización del cultivo, pues el diseño agronómico y espacial del cultivo, específicamente en el sistema de espalderas, necesita de la aplicación de una serie de prácticas cuyo rendimiento económico requiere sistematización, rapidez y eficiencia.

En un sistema de espalderas sería posible la mecanización de las labores siguientes:

- 1) El ahoyado del terreno para la siembra de las plantas de cacao y de la sombra permanente.
- 2) El uso de segadoras rotativas acopladas al tractor para la eliminación de malezas en la calle y de asperjadoras de herbicidas en la hilera de siembra del cacao, requeridas hasta que el cacao cierre y logre el control de las malas hierbas.
- 3) La fertilización de las plantas, utilizando un trompo o dispensador de fertilizante rotativo acoplado al tractor.

## CAPÍTULO VIII

4) El uso de tijeras mecánicas para la poda, que permitan mantener la arquitectura vegetal de los setos vivos que se formarían adosados a las espalderas.

5) La aplicación de agroquímicos para la protección a plagas y enfermedades, utilizando asperjadoras acopladas al tractor, que permiten una mayor eficiencia.

6) La cosecha del cacao, que facilitaría la recolección y acarreo de las mazorcas utilizando una zorra de carga.

### **El método de espalderas**

En Caucaagua se realizó una experiencia con espalderas, cuyos detalles señalamos a continuación. Se construyó una estructura consistente de hileras de estantillos metálicos con guías de alambre dulce N° 18, a una distancia de 2,5 m, que conformaban un marco compuesto de 1,80 m de altura y cinco hileras de alambre, separados 40 cm entre sí y estantillos cada tres metros. El cacao se sembró a un metro de distancia sobre la hilera, lo que resultó en una densidad de 4.000 plantas/hectárea (Foto 83).

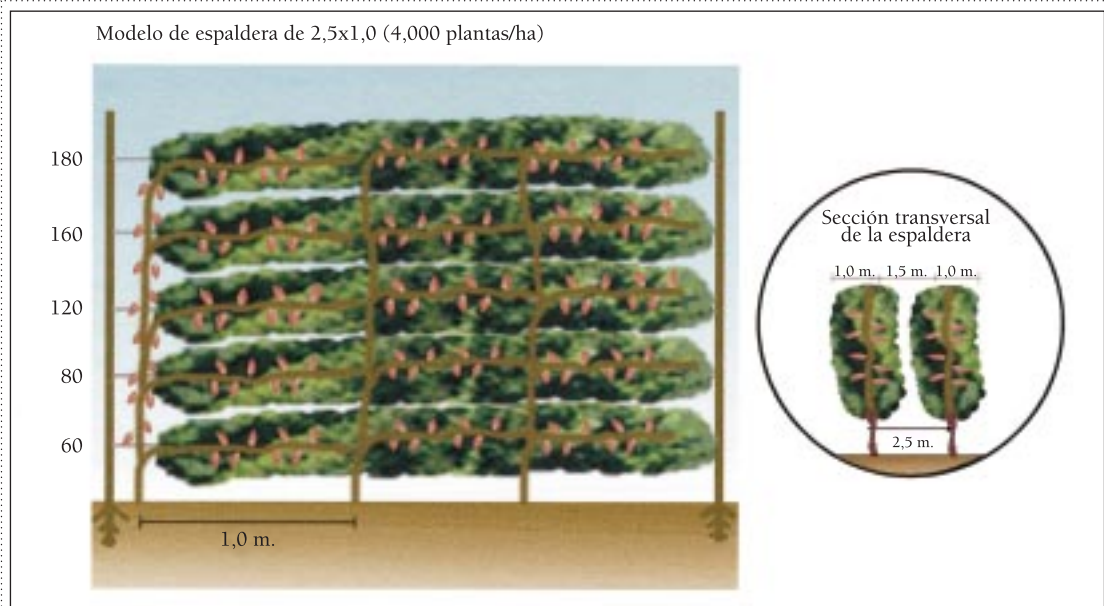
Las plantas se sembraron en hoyos de 40 x 40 x 40 cm y se permitió su crecimiento hasta los 60 cm, o sea 20 cm por encima del primer alambre. En este momento se realizó un doblar del tallo, cuya flacidez permitió orientar la porción superior del tallo hacia un crecimiento horizontal, sobre el alambre. En el punto de doblado del tallo de la planta se produjo una acumulación hormonal que estimulaba la brotación de un chupón que crecía verticalmente, el cual al alcanzar los 60 cm de altura se sometía al mismo procedimiento sobre el segundo alambre. El proceso se repitió hasta el último alambre, a 1,8 m de altura, la cual se consideró suficiente para

FOTO 83.  
VISTA DE SIEMBRA DE CACAO  
UTILIZANDO ESPALDERAS



## CAPÍTULO VIII

FIGURA 62.  
ESQUEMA DE CRECIMIENTO  
DEL CACAO SOBRE  
LA ESPALDERA



permitir la formación de masa vegetal necesaria para la producción del cultivo. Así se logró formar un seto vivo de un metro de ancho por 1,80 de alto, extendido a la longitud de la espaldera (Figura 62).

### Análisis de la experiencia

La experiencia de Cauçagua permitió determinar varios factores que deberán ser tomados en cuenta al momento de planificar cualquier proyecto de SIP utilizando espalderas:

1) La planta de cacao responde perfectamente bien al desarrollo controlado y dirigido hacia este tipo de arquitectura, pues a los 18 meses las plantas sembradas comenzaron a florecer y a los dos años se cosecharon los primeros frutos.

2) Es recomendable el uso del material de siembra propagado por estacas, antes que por semillas, pues aquéllas ramifican desde abajo y podrían contarse con cuatro a seis ramas productivas, adaptadas a este tipo de arquitectura.

3) La densidad de siembra utilizada permite un volumen suficiente de follaje para asegurar una producción de 40 a 50 frutos por planta y una producción de 8.000 a 10.000 kg de cacao seco/ha, si se utilizan plantas autocompatibles de bajos índices de mazorca y altos índices de almendra.

4) La gran ventaja de este sistema es que todas las prácticas de manejo pueden llevarse a cabo en forma mecanizada, rápida y segura, utilizando tractores pequeños.

5) El sistema muestra la factibilidad de producción en terrenos planos y en regiones con zonas de vida con épocas secas largas, utilizando irrigación y maquinaria con sus equipos complementarios durante todo el año. Esto, sin duda, constituye una alternativa para el desarrollo de una explotación cacaotera moderna, eficiente y altamente productiva.

CAPÍTULO IX

EL CULTIVO DE CACAO Y SUS ASOCIACIONES



La planta de cacao, en sus lugares de origen, crece bajo determinada cantidad de sombra, la cual es proporcionada por árboles de otras especies. En nuestro país, en su mayoría las explotaciones cacaoteras están sombreadas por árboles del género *Erythrina* a los cuales se les conoce como bucares, se distinguen por ser plantas de crecimiento muy rápido que en corto tiempo protegen el cacao de la luz.

Los bucares, además de dar sombra, cumplen con otras funciones como:

- Conservan la humedad ambiental.
- Moderan el proceso de evapotranspiración.
- Reducen el crecimiento de las malezas.
- Regulan el proceso fotosintético de la planta.
- Fijan el nitrógeno del aire.

Sin embargo, poseen unas características poco deseables como:

- Estructura arbórea quebradiza.
- Difíciles de podar por la cantidad de espinas que poseen en el tronco y ramas.
- Pérdida del follaje durante las épocas secas dejando al cacao a plena exposición solar cuando más requieren sombrero.
- No aportan beneficio económico alguno que ayudaría al productor a mejorar sus ingresos.

Estas consideraciones han traído como consecuencia que dentro de los adelantos tecnológicos llevados a cabo se estén manejando otras alternativas que conjuguen las relaciones de sombra, fertilización y beneficios económicos. Dentro de estas perspectivas destacan algunas asociaciones, hoy en uso, que deben considerarse no sólo como simples proveedoras de sombra, sino como integrantes económicos de sistemas multiculturales de producción.

#### **Asociación cacao-cocotero (adulto)**

Este sistema es de uso común en muchos países asiáticos. Esta asociación es considerada muy atractiva debido al bajo costo de establecimiento, además los dos cultivos son compatibles, habiéndose encontrado en algunos casos un aumento de la producción de copra debido, quizás, a una disminución de la competencia por malezas, y a la fertilización que se da a la asociación (Figura 63).

Generalmente se acostumbra utilizar un rotavator para combatir las malezas a la vez que rompe las raíces del cocotero que por su crecimiento superficial van a crear condiciones antagónicas para el crecimiento del cacao, sobre todo en el momento de la siembra. Asimismo se utilizan las hojas de cacaotero colocadas en el entorno cercano a las plantitas de cacao para preservar la humedad y evitar el crecimiento de malezas (Foto 84).

#### **Asociación cacao-plátano-caucho**

La siembra de esta asociación debe llevarse a cabo tomando en cuenta que el caucho debe sembrarse a distancias grandes que permitan el crecimiento, desarro-

## CAPÍTULO IX

FIGURA 63.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
CACAO-COCO (20 AÑOS DE EDAD)

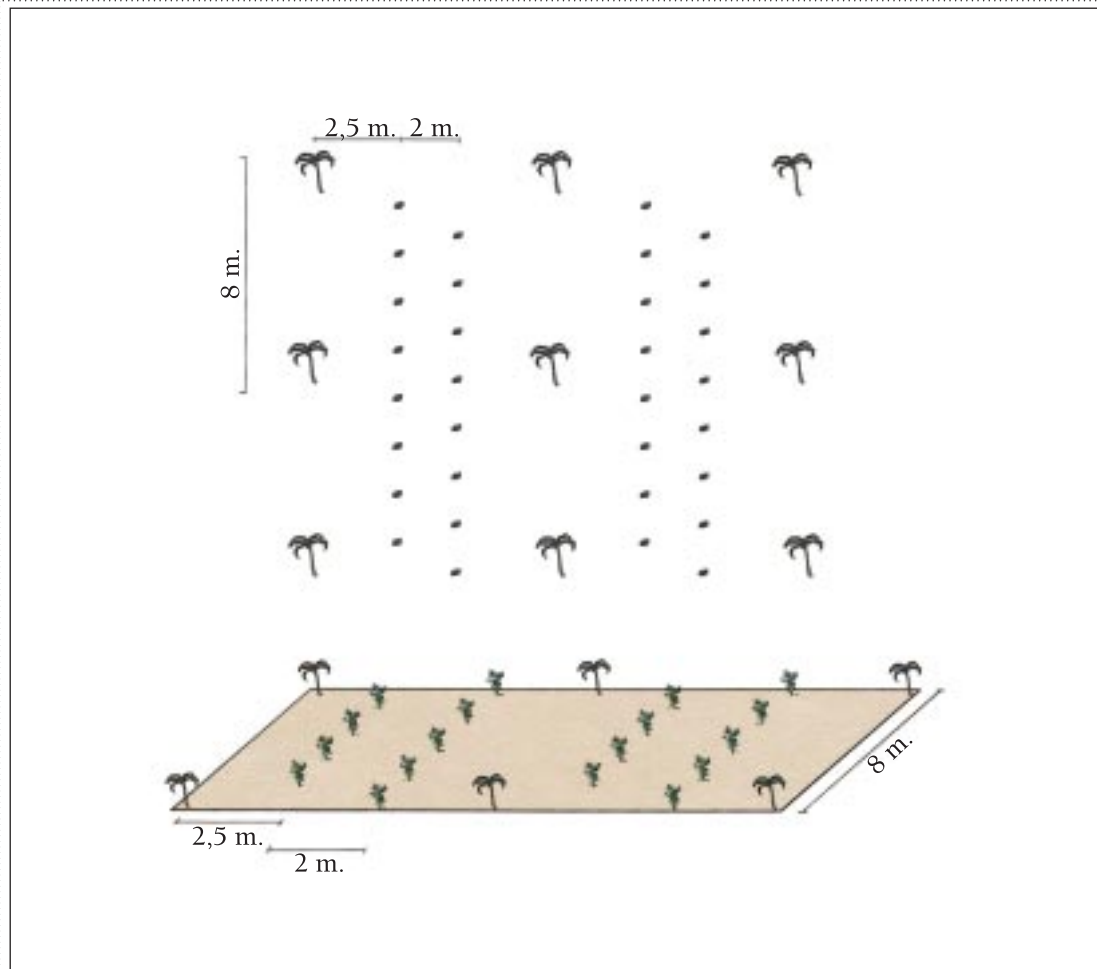


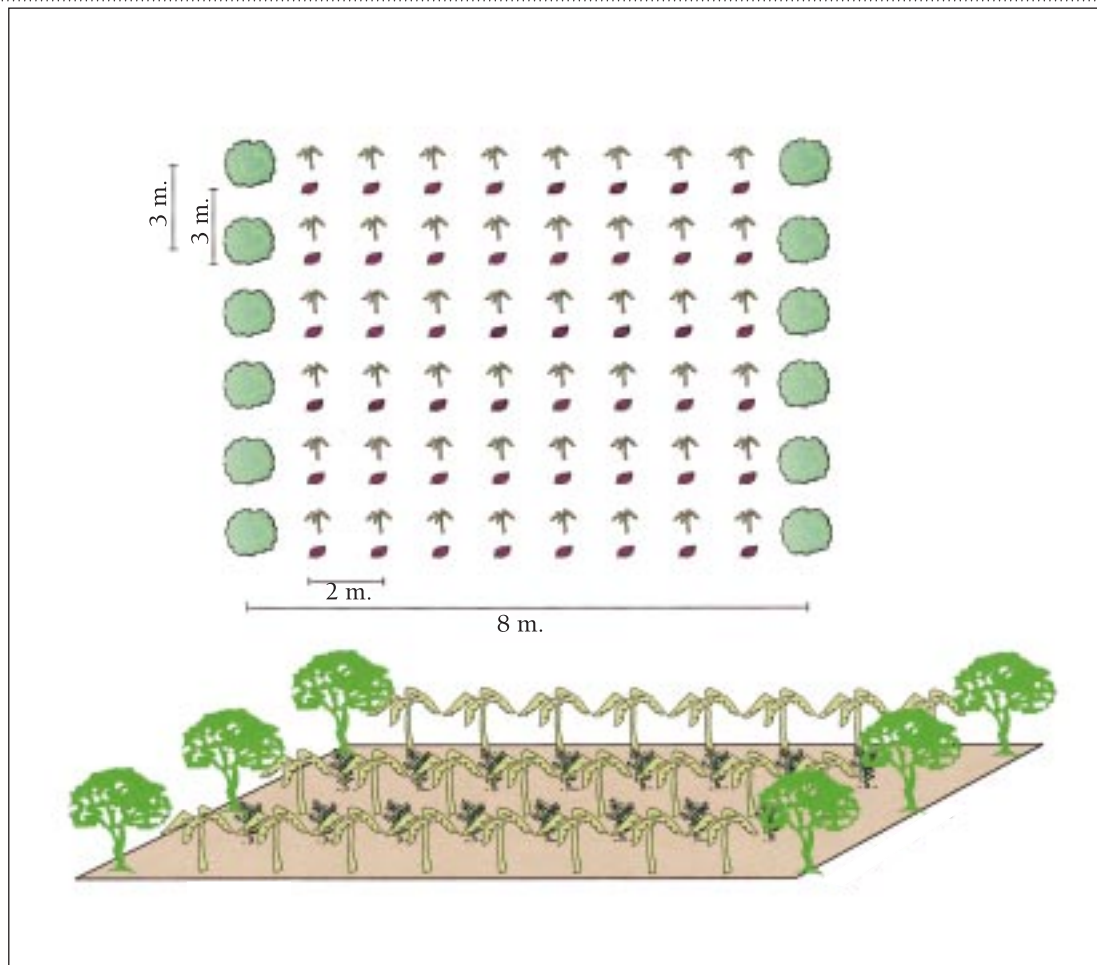
FOTO 84.

SIEMBRA DE CACAO ASOCIADO  
CON COCOTEROS EN FILIPINAS



## CAPÍTULO IX

FIGURA 64.  
SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
CACAO-PLÁTANO-CAUCHO



llo y producción de cacao, sin establecer competencias entre cultivos. Como sombrío temporal se utiliza el plátano cuyas cosechas en los primeros cuatro años mejoran el flujo de caja de la asociación. En la medida en que el caucho va desarrollándose y comience a producir el cacao, se van eliminando en forma paulatina los lotes de plátano, para dejar sólo el caucho y el cacao (Figura 64).

De acuerdo con la experiencia colombiana, el costo de instalación del caucho como sombrío permanente de cacaotal se reduce considerablemente, ya que la mayoría de los costos de operación se cargan al cultivo principal de cacao. Ellos estiman ingresos con base en una producción inicial de 150 kg/ha de caucho seco para llegar a una producción de 750kg/ha, distribuidos en 85% de caucho laminado y 15% de ripio. A los 35 años se alcanza una rentabilidad de 30%, que sería lo estimado como vida útil del caucho.

### **Asociación cacao-caoba-plátanos-gliciridia y frutales.**

Además de las asociaciones descritas, igualmente se han señalado como muy funcionales el uso de plantas como: aguacate, guanábana, limón persa, zapote y palmito, las cuales, a pesar de que no existen experiencias venezolanas al respecto, en países como Colombia, Costa Rica y Brasil han demostrado garantizar una

# CAPÍTULO IX

FIGURA 65.  
SISTEMA DE PRODUCCIÓN CACAO-  
CAOBA-PLÁTANOS-GLIRICIDIA

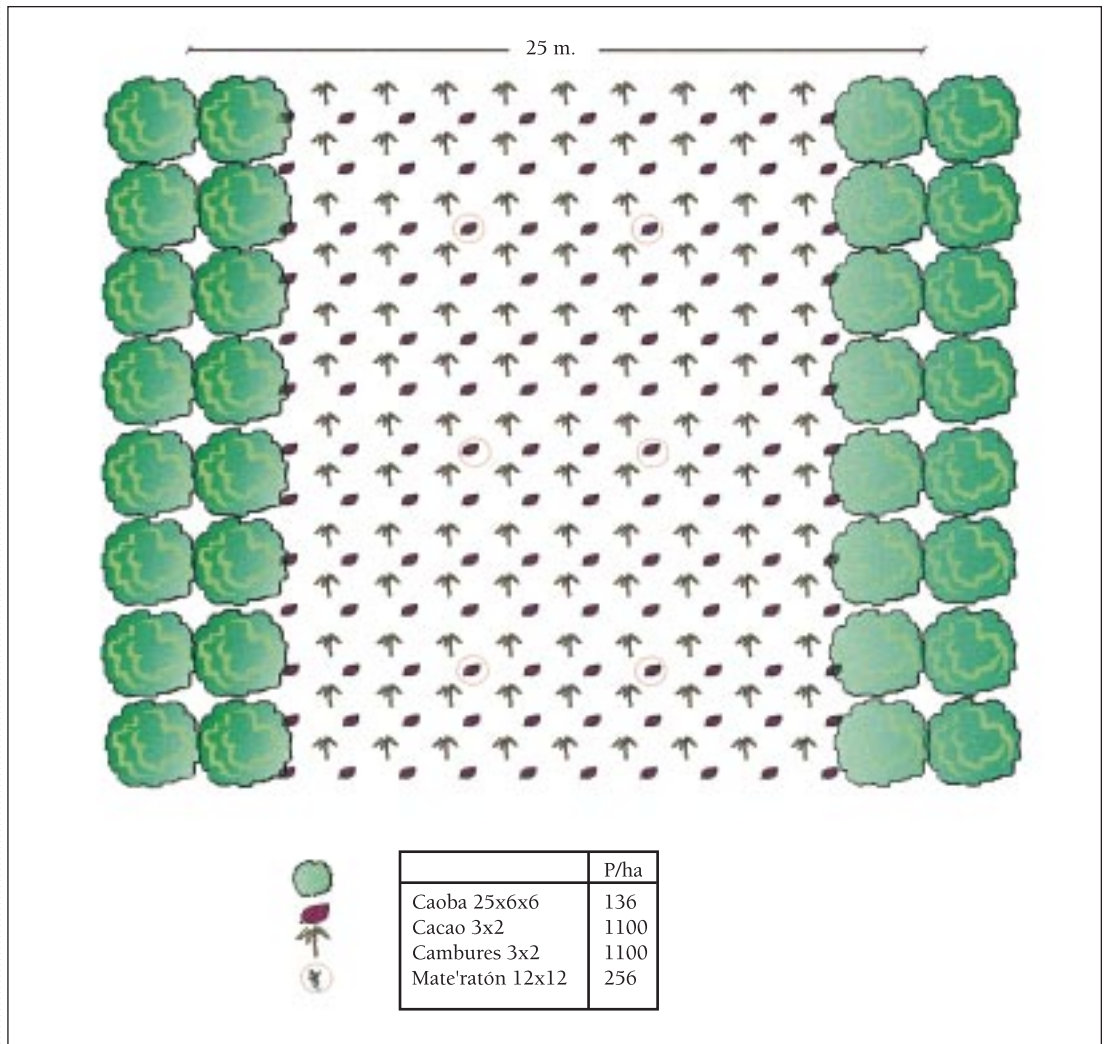


FOTO 85.  
ASOCIACIÓN CACAO  
CRIOLLO GUASARE-GUANÁBANA



productividad bastante alta. Como factor crítico de mucha importancia a considerar, debe realizarse de antemano un estudio de factibilidad que combine las relaciones edafológicas con el manejo agronómico y fitosanitario, según las exigencias de cada cultivo (Figura 65).

CAPÍTULO X

LA CALIDAD EN EL CACAO



La calidad es uno de los aspectos de mayor importancia en el proceso productivo cacaotero ya que su nivel determinará la mayor o menor demanda que obtenga en el mercado el producto final (almendras del cacao). Para lograr un cacao de alta calidad es necesario cumplir con una serie de requisitos que se inician con la escogencia del sitio de establecimiento de la plantación, el material de siembra, los sistemas de manejo, hasta la aplicación de tecnologías postcosecha, adecuadas y precisas.

La calidad del cacao tiene como componentes las características físicas de: tamaño, peso, grosor de cáscara, color, contenido de grasa y las intrínsecas de calidad. El sabor, determinado por el gusto y el aroma, refleja los efectos combinados del genotipo, de los factores edafoclimáticos, del manejo agronómico recibido en la plantación y de la tecnología postcosecha utilizada. En el Cuadro 22 se resumen las principales características de calidad de los cacaos comerciales en los países productores más importantes. La industria chocolatera internacional realiza mezclas de los varios tipos de cacao que adquiere, para obtener los gustos específicos con los cuales se identifican los diferentes productos que colocan en el mercado. No siempre están acordes entre ellos mismos con respecto a cuál es la mejor mezcla, puesto que cada uno genera un producto característico, muy definido, para el cual existe una demanda del consumidor, ya identificado. Los tipos de cacao usados comercialmente poseen características físicas y químicas muy especiales que determinan su utilización final en la elaboración agroindustrial. Los industriales chocolateros utilizan mayormente el denominado cacao básico, y en una menor proporción se suplen los tipos finos. Otros, los que producen manteca de cacao, utilizan almendras que poseen un alto contenido de grasa.

Venezuela ha sido históricamente considerada como país productor de cacao de alta calidad, calificados como los más finos del mundo, recibiendo primas por encima de los precios del mercado internacional. La materia prima que aquí se produce se ha vendido tradicionalmente en un pequeño mercado especializado, donde los manufactureros la utilizan para cubrir necesidades y lograr sabores particulares o calidades muy específicas. Estos cacaos finos, como se les conoce, son utilizados principalmente en los chocolates oscuros “premium” y en las coberturas de chocolates de alta calidad.

#### FACTORES DETERMINANTES DE LA CALIDAD EN CACAO

Cinco son los factores determinantes de la calidad de la almendra de cacao: el genotipo, el clima imperante, los suelos donde se cultiva, el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a las plantas y la tecnología postcosecha que se utilice.

#### **Influencia del genotipo**

Durante años se ha discutido mucho acerca de la importancia que tiene el genotipo sobre la calidad. Inclusive, muchos autores le han atribuido un papel poco relevante, asignándole mayor importancia al manejo agronómico y a las condicio-

nes edafoclimáticas. Esto se debía probablemente al desconocimiento de técnicas que permitieran evaluar el comportamiento de un determinado material vegetal, proveniente de diferentes zonas cacaoteras, manejado en forma similar agrónomicamente en relación con la calidad de la almendra o de genotipos de distintos orígenes bajo manejo agronómico y tecnologías postcosecha similares. Hoy en día, estudios enfocados hacia el comportamiento de cultivares, han permitido establecer las bases para definir cuáles variedades de cacao deben utilizarse y bajo qué condiciones, para producir la materia prima que la industria exige.

CUADRO 22. CARACTERÍSTICAS DE ALMENDRAS DE DIFERENTES ORÍGENES

| <b>País</b>       | <b>Clasificación Comercial</b>  | <b>Calidad considerada</b>  |
|-------------------|---|---|
| Brasil            | Tipo I – Superior<br>Tipo II – Bueno a bastante bueno                           | Enormes diferencias regionales en calidad. Algunas veces de gusto ahumado   |
| Costa Rica        | Secado al sol o mecánico  | Calidad promedio  |
| R. Dominicana     | Cacao Sánchez   | Mayormente no fermentado. Sabor insípido                                    |
| Ecuador           | Arriba  | Gusto fino  |
| Guinea Ecuatorial | Fernando Po Superior  | Semillas de gran tamaño. Alto contenido de grasa. Sabor astringente y ácido |
| Ghana             | Ghana bien fermentado   | Buen sabor dentro de los tipos básicos                                      |
| Indonesia         | Java Oriental<br>Java Occidental  | Semillas grandes. Sabor suave<br>Sabor ordinario                            |
| C. de Marfil      | Bien fermentado   | Buen sabor variable. Astringente  |
| Malasia           | Clasificación complicada<br>Ligeramente ácido                                   | Alto contenido de concha.   |
| México            | Fermentado  | Gusto variable  |
| Nigeria           | Lagos bien fermentado   | Buen sabor básico   |
| Trinidad y Tobago | Cacao producido en grandes cantidades y vendido bajo diferentes tipos de marcas | Sabor mediano<br>Ligeramente aromático                                      |
| Venezuela         | Puerto Cabello; Carenero superior<br>La Guaira; Carúpano; Río Caribe            | Buen gusto. Sabores moderados dependiendo del origen                        |

FUENTE: CACAO: GUÍA DEL NEGOCIANTE OIC 1987

Las investigaciones de De Witt (1954), Arikat, *et. al.* (1991), Clapperton (1991; 1992) y Clapperton, *et. al.* (1994), han demostrado que los efectos del sabor pueden ser reproducibles y ratifican que los productores son capaces de lograr los sabores de cultivares, utilizando condiciones controladas en el proceso de tecnología postcosecha. Uno de los hallazgos más interesantes de estas investigaciones se refiere a que existen ciertos tipos de Criollos, como los Porcelanas y Criollos de Mérida, que una vez beneficiados adecuadamente producen granos con sabores bien desarrollados. Mientras que Criollos provenientes de Nicaragua, como el UF 676 y el ICS 39, a pesar de recibir una buena tecnología postcosecha, producen valores de sabor muy pobres. Asimismo, se ha podido demostrar que algunos tipos Forasteros amazónicos como el Nanay 33 y los Scavina 6 y 12 pueden clasificarse como materiales de una alta intensidad de sabor, tan buena como la de los delicados y excelentes sabores bien reconocidos de los tipos Arriba ecuatoria-

nos. Estos resultados han servido para echar por tierra las infundadas aseveraciones sobre la pobre calidad de los tipos Scavina 6 y 12.

Otra conclusión muy significativa de estos trabajos es que la herencia de la calidad establece que los cruces entre clones de alta calidad aseguran la obtención de tipos de cacao finos. En simples palabras, la calidad se hereda cuando se combinan cultivares que la poseen.

Recientes estudios han revelado que, desde el punto de vista genético, no sólo los tipos Criollos pueden aportar características de buen sabor, sino también los cultivares de tipos Forasteros poseen condiciones excepcionales al respecto.

CUADRO 23: PERFILES DE CALIDAD DE TRES TIPOS DE CACAO

| Tipo      | Sabor de cacao* |
|-----------|-----------------|
| Porcelana | 7.0             |
| Criollo   | 6.0             |
| Nanay 33  | 7.0             |

\* Se refiere a intensidad de sabor, sobre un escala de 1 a 10.

FUENTE: CLAPPERTON & REYES (1993)

La información reportada en el Cuadro 23 revela la posibilidad de conseguir valores de buen sabor en los Forasteros como el Nanay 33, tan similares a los Criollos de Mérida y al Porcelana.

### *Características de las almendras afectadas por el genotipo*

#### **Peso de la almendra**

Está demostrado que es un carácter que se hereda genéticamente, así como la existencia de cultivares de semilla grande y cultivares de semilla pequeña. Sin embargo, los factores climáticos influyen en la manifestación de este carácter. Cuando se cosecha después de una época seca, los granos son más pequeños que los cosechados después de la época de lluvias (Cuadro 24). La industria chocolatera exige como mínimo un peso de 1 g/semilla.

CUADRO 24. INFLUENCIA ESTACIONAL SOBRE EL PESO DE LA SEMILLA DE CACAO. HÍBRIDO CAUCAGUA, AÑOS 1975-1978. CAUCAGUA.

|                                    | Cosecha Sanjuanera | Cosecha principal |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Peso medio de la semilla en gramos | 1,15               | 1,25              |
| % de cáscara                       | 16,3               | 11,1              |
| % de grasa                         | 48,2               | 53,6              |

FUENTE: REYES (1979)

La relación entre el peso del cotiledón y el de la semilla debe ser tan alto como sea posible.

#### **Porcentaje de testa o cascarilla**

Varía con el genotipo de cacao desde 6 hasta 16% y tiene gran significación

para la calidad del producto, ya que no tiene ningún uso en el proceso industrial y es un desecho del mismo.

### **Contenido de grasa**

Está influenciado por el genotipo y puede variar entre 48 y 60%. El nivel de precipitaciones recibidas por la planta influye también en el contenido de grasa.

### **Dureza de la manteca**

Es una condición requerida por la industria para la elaboración de chocolates de leche. Está influenciada por las temperaturas ocurridas durante la maduración del fruto.

### **Sabor del cacao**

Integra el gusto y el aroma que suelen desarrollarse después del tostado. Debe cumplir con los requerimientos del chocolatero, quien demanda el tipo de almendra de acuerdo con el tipo de producto que elabora. Carece de importancia para el productor de polvo y manteca de cacao. El sabor, además de estar influenciado por el genotipo, depende de la tecnología postcosecha que se utilice. Pruebas recientes (CLAPPERTON, 1995) han demostrado que la denominada prefermentación que se sucede dentro de los frutos cosechados, originan una serie de procesos bioquímicos, algunos de los cuales permiten mejorar el sabor de las almendras cuando son sometidas al proceso de fermentación. Esta mejoría se sucede con mayor intensidad en aquellos frutos que no han alcanzado su óptimo de maduración, pero que deben cosecharse con el fin de disminuir los daños por patógenos, plagas, roedores, aves o robos.

## **Influencia de las condiciones edafoclimáticas**

### **Zona de cultivo**

El peso de la semilla de determinados cultivares varía sustancialmente dependiendo del área o zona donde se cultive. Así, por ejemplo, el clon Ocumare 61 sembrado en los valles litorales de Aragua (bosque seco tropical) presenta un índice de almendra inferior que cuando crece en la zona de Barlovento (bosque húmedo tropical).

### **Temperatura**

Mientras más altas sean las temperaturas durante el período de formación de los frutos, madurarán en menor tiempo y sus semillas serán más pequeñas. Esto afecta también el contenido de manteca de la almendra, que se incrementa en las almendras más pesadas.

La dureza de la manteca también se ve afectada por la temperatura. El punto de fusión de la manteca de cacao se alcanza a los 34 o 35°C. La dureza depende de la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados. Si esta proporción es baja, el punto también lo es y por ende resultan mantecas más blandas. Esta relación varía a lo largo del año, siendo más alta para semillas que han madurado durante los meses calientes del año. Las mantecas provenientes de cacaos producidos en Malasia presentan un punto de fusión más alto y resultan con una dureza mayor.

### ***Fertilidad del suelo***

A nivel mundial se considera que la fertilidad del suelo tiene influencia sobre el tamaño de la semilla, pues los suelos fértiles producen semillas de mayor tamaño que las producidas en suelos pobres.

### **BENEFICIO DEL CACAO (CURADO)**

Se denomina así al conjunto de prácticas interrelacionadas que tienen que ver con la transformación biológica que deben sufrir las almendras una vez cosechadas que permiten la expresión de su potencial de calidad. Sólo así serán aceptadas y valoradas por los procesadores de la industria chocolatera. El beneficio comprende: cosecha, prefermentación, fermentación, secado, lavado, pulido, clasificación y almacenamiento. Los objetivos del beneficio se pueden resumir así:

- 1) Descomponer y remover el mucílago azucarado que cubre el grano fresco.
- 2) Acondicionar y facilitar las transformaciones bioquímicas que sufre el grano para desarrollar el sabor y aroma del chocolate,
- 3) Reducir el contenido de humedad del grano para facilitar su almacenaje.

### **Cosecha**

Se debe realizar en el momento de la maduración de los frutos, cuyo estado se reconoce por el cambio en la coloración de los mismos, lo cual ocurre, por lo general, entre 160 y 185 días después de la fecundación de la flor. Los frutos verdes se tornan amarillos cuando maduran y los de color rojo pasan a una tonalidad naranja. Es necesario asegurarse de la madurez adecuada de los frutos antes de la

FOTO 86.  
FRUTOS COSECHADOS LISTOS PARA  
EL BENEFICIO



## CAPÍTULO X



FOTO 87.  
CANASTOS CON LA COSECHA  
DEL DÍA

Abajo: FOTO 88.  
GRANOS APELTONADOS,  
ALMENDRAS MOROCHAS



cosecha, para evitar la mezcla de granos con distintos niveles de desarrollo y la pérdida de calidad en la fermentación, provocada por esta situación (Foto 86).

La cosecha de frutos debe realizarse semanalmente, sobre todo en aquellas áreas donde predominan enfermedades que los dañan como la mancha parda, la moniliasis, la escoba de brujas y las plagas como los perforadores de los frutos, los loros, ratas, ardillas y monos. En ningún caso, la frecuencia debe aumentarse a dos semanas, para evitar que los frutos levemente enfermos lleguen a deteriorarse totalmente y, en tal caso, es necesario revisar bien los frutos y, si los granos están dañados, no mezclarlos con la masa de almendras de los frutos sanos, sino eliminarlos o procesarlos separadamente (Foto 87).

La recolección se lleva a cabo con la ayuda de herramientas apropiadas: machete o tijera cuando las mazorcas están bajas y desgarradera cuando están en la parte alta de la planta. No es conveniente el uso del machete en ramas altas para cosechar frutos ni tampoco halarlos, ya que se rasga la corteza del árbol, se dañan los cojines florales y se facilita la penetración de palógenos.

### Recomendaciones para una cosecha exitosa

1) **Evitar la cosecha de frutos verdes.** Las almendras provenientes de frutos que no han alcanzado la maduración no tienen el mucílago suficientemente azucarado y se encuentran cohesionados con el eje central o placenta, lo cual impide que los granos se separen y, por lo tanto, están adheridos al sacarlos de los frutos. Estos conglomerados tendrán una fermentación irregular, tomarán un color violeta, perderán peso y el producto final tendrá alta astringencia y acidez además de dificultar su separación (Foto 88).

2) **Eliminar los frutos enfermos.** Granos de frutos enfermos toman una coloración negra, debido a la reacción que se produce con los hongos y a la descomposición del mucílago. Estos granos no deben procesarse por carecer de condiciones internas adecuadas y provocarán sabores indeseables a la masa del cacao, en detrimento de su calidad.

3) **Evitar cosechas de mazorcas sobremaduras.** Estos frutos generan almendras sobremaduras, generalmente germinadas que originan sabores indeseables, además de la emisión de la radícula que crea desechos en la masa de fermentación y granos con orificios que facilitarán la entrada de hongos y plagas.

4) **Evitar las heridas en las almendras.** Cuando las mazorcas se parten con objetos cortantes como machetes, se pueden dañar granos que, al tener la superficie expuesta al romperse la cascarilla, se predisponen a sufrir ataques de hongos e insectos. Para evitar herir las almendras se recomienda utilizar mazos de madera para partir los frutos sin dañar los granos.

5) **Prevenir las heridas o la destrucción de los cojines florales.** Esto se logra utilizando las herramientas adecuadas de acuerdo con la posición de la mazorca a cosechar. Cuando no se toman las precauciones del caso, las heridas constituyen la puerta de entrada a los agentes patógenos que infectan los tejidos de la planta. Adicionalmente, si se destruyen los cojines florales se disminuye la capacidad productiva de la planta.

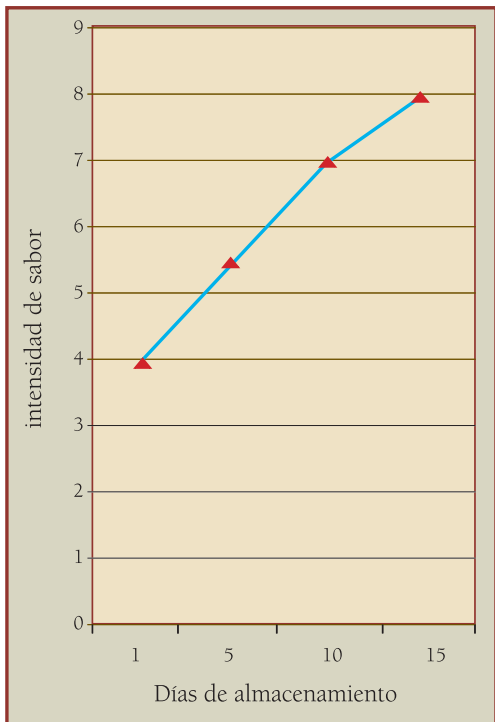
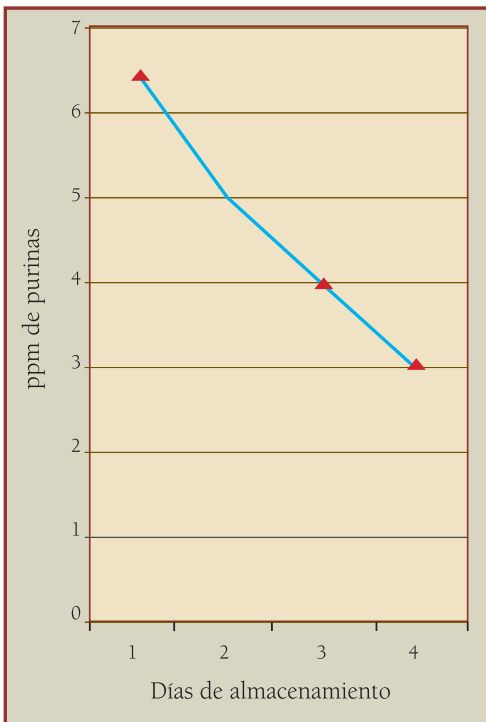
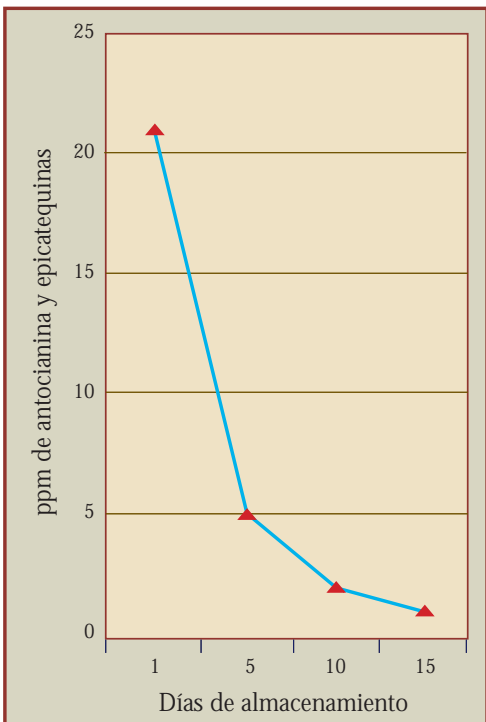


FIGURA 66. RELACIÓN ENTRE EL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO Y EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y EPITECATEQUINAS EN ALMENDRAS DE CACAO

Al centro: FIGURA 67. RELACIÓN ENTRE EL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO Y EL CONTENIDO DE PURINAS EN ALMENDRAS DE CACAO

A la derecha: FIGURA 68. RELACIÓN ENTRE EL PERÍODO DE ALMACENAMIENTO Y LA INTENSIDAD DE SABOR EN ALMENDRAS DE CACAO

**6) Manejo de los restos de cosecha.** Luego que se cosechan los granos, las cáscaras de los frutos y la placenta constituyen desechos que crean focos de contaminación y proliferación de hongos patógenos y de insectos. Para evitar esta situación, deben ubicarse sitios de corte dentro de la plantación, amontonando los restos para luego tratarlos con cal o una solución fungicida.

Cuando se trata de plantaciones grandes, donde las tareas están organizadas y hay grandes volúmenes de residuos, el corte de los frutos se realiza cerca de los centrales de beneficio, en este caso los restos de cosecha se pueden utilizar para producir compost o para combinarlos con otros productos y elaborar raciones alimenticias para ovinos y porcinos.

Igualmente, en estas plantaciones grandes se puede mecanizar la quiebra de los frutos, utilizando máquinas diseñadas al efecto, logrando así abaratar los costos de la mano de obra.

**Prefermentación**

Consiste en guardar los frutos cosechados bajo techo durante cinco a diez días, antes de abrirlos y extraer las almendras, con el propósito de fomentar el desarrollo de procesos bioquímicos en el interior de los granos, que ayudan a mejorar la calidad que se logra en la fermentación posterior. Se ha determinado que hay una disminución de las antocianinas y epitecatequinas, responsables de la astringencia y de la theobromina y cafeína, causantes del amargor. Con la práctica se aumenta la intensidad del sabor a cacao y por ende la calidad de las almendras a comercializar. En las Figuras 66 a 68 se muestran los efectos del período de almacenamiento sobre los parámetros mencionados.

**Fermentación**

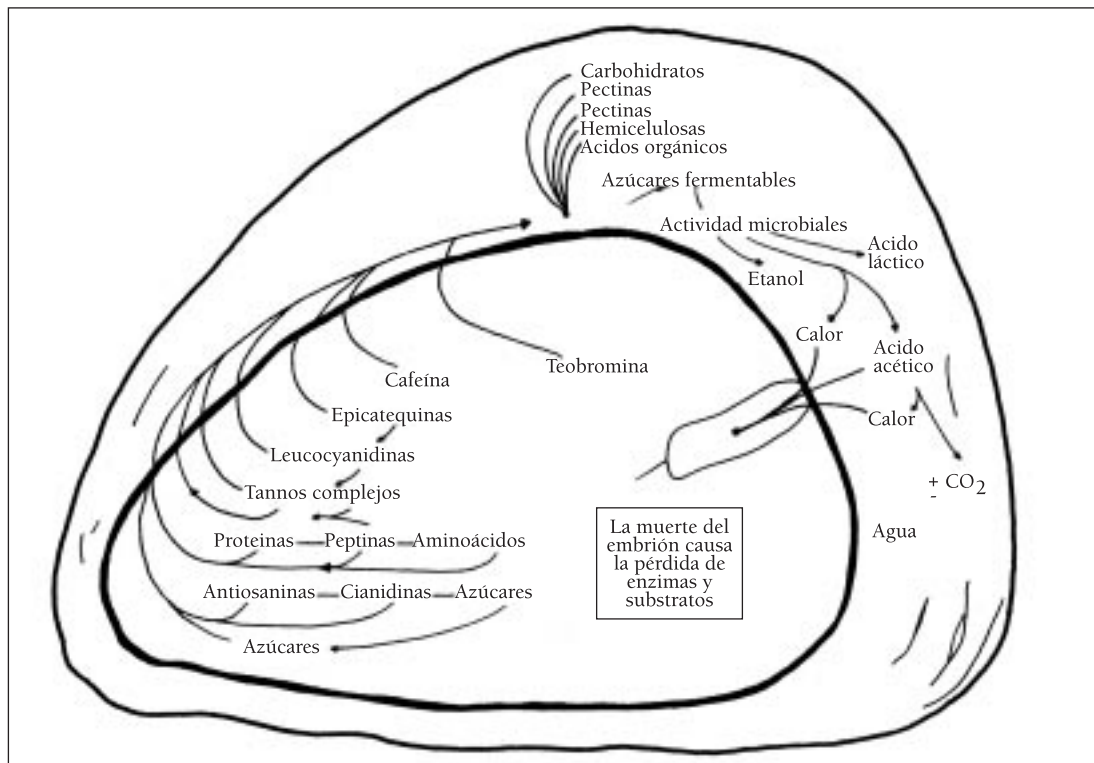
Es un proceso de capital importancia en relación con la calidad de los granos, consiste en la colocación de los granos recién cosechados en recipientes adecuados o pilas que deben cubrirse para crear un ambiente semicerrado. Así ocurre la eliminación de la baba o mucílago azucarado que recubre las almendras y, dentro de ellas, la muerte del embrión, la transformación de los cotiledones y la formación de las sustancias precursoras del sabor y aroma de chocolate. Cuando las almendras no se fermentan o el proceso se realiza deficientemente se produce el llamado cacao corriente (VIVAS Y REYES, 1978). Si el tipo de cacao procesado es muy cercano a los Forasteros, se producirá un alto porcentaje de almendras pizarrosas, las cuales en su interior son compactas y de color violeta oscuro. Este defecto es el más castigado por las industrias procesadoras (Figura 69).

**Etapas de la fermentación**

La fermentación puede caracterizarse como un proceso con dos etapas:

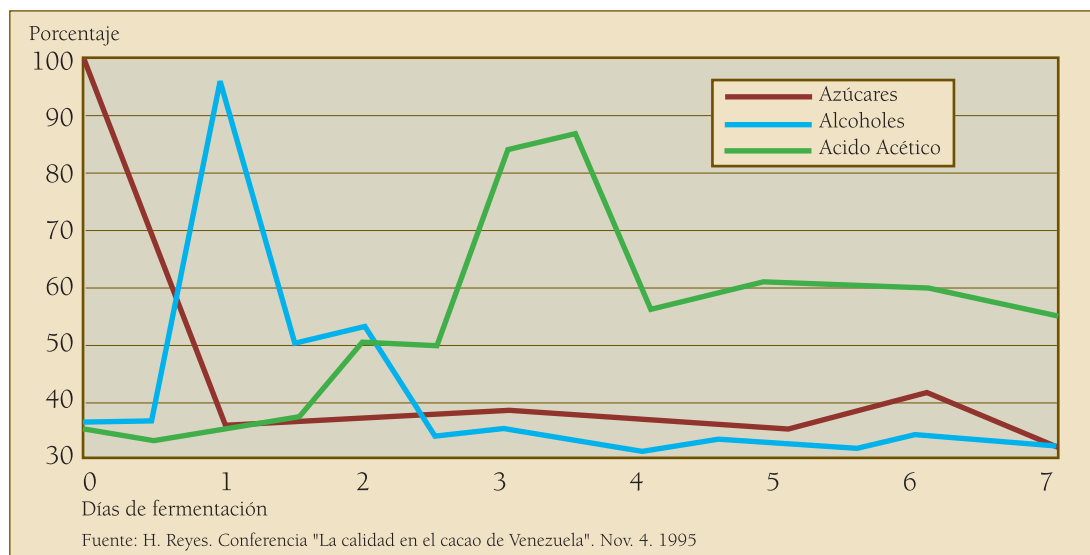
a) Una etapa de hidrólisis o fase alcohólica se sucede en condiciones anaeróbicas, donde intervienen microorganismos como levaduras, que transforman el azúcar de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, a la vez que comienza a elevarse la temperatura. Conforme se produce el colapso de las células de la pulpa, hay penetración de aire y se favorece la oxidación del alcohol a ácido acético, con la intervención de bacterias acéticas inoculadas por los insectos denominados “mosquitos del guarapo”. El ácido acético provoca la muerte del embrión y de las almendras al penetrar en el tejido cotiledonar y aumenta la permeabilidad de las paredes celulares, permitiendo la interdifusión de los componentes del jugo celular. Así, las enzimas se

FIGURA 69.  
DIBUJO ESQUEMÁTICO  
DE UNA ALMENDRA DE CACAO  
EN PROCESO DE FERMENTACIÓN



## CAPÍTULO X

FIGURA 70.  
CAMBIOS EN EL CONTENIDO  
DE AZÚCARES, ALCOHOLES  
Y ÁCIDO ACÉTICO DURANTE  
LA FERMENTACIÓN



ponen en contacto con los polifenoles y proteínas y se inician las reacciones hidrolíticas que dan lugar a cambios en los pigmentos cianidinglucósidos, provocando el inicio de la formación de los precursores del sabor a chocolate. Toda esta fase hidrolítica ocurre a temperaturas cercanas a 45°C y con pH de 4.0 a 5.0 (Figura 70).

b) La etapa de oxidación se inicia inmediatamente cuando hay mayor penetración de oxígeno, consiste esencialmente en la oxidación y condensación de los compuestos polifenólicos en productos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco o ningún sabor. Paralelamente con la condensación oxidativa, disminuye el contenido de humedad, hasta el punto en que la falta de agua detiene la actividad enzimática. Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones durante la fase de condensación oxidativa, el color varía en toda la masa cotiledonar, se inicia el secado y se facilita la penetración del oxígeno al interior de los cotiledones.

Una señal de fermentación satisfactoria es la presencia de un anillo periférico de color pardo en las almendras, indicativo de que debe iniciarse el tendido del cacao para su secado. En los cacaos Criollos se presenta al tercer día y en los Trinitarios entre el quinto y sexto día de fermentación.

Se conoce muy poco sobre la identidad de las sustancias aromáticas que dan al chocolate su sabor característico. De acuerdo con Mermet (1989), los azúcares reductores y los aminoácidos libres parecen jugar un papel preponderante en la formación de los precursores del aroma y el sabor, potenciando estas cualidades organolépticas en el producto final.

En síntesis, deben cumplirse los siguientes pasos para una buena fermentación del cacao:

- 1) Cosechar frutos maduros y sanos.
- 2) No mezclar frutos enfermos, inmaduros o sobremaduros con los frutos sanos. Igualmente deben separarse los frutos de acuerdo con el tipo de cacao, Criollos o Trinitarios, pues requieren distintos tiempos de fermentación.

3) Los frutos deben guardarse por cuatro o cinco días antes de abrirlos.

4) Las cajas de fermentación o cestos deben limpiarse previamente al inicio del proceso, eliminando restos de otras fermentaciones, hongos o insectos que puedan estar presentes.

5) La fermentación debe programarse para reunir suficientes mazorcas y abrirlas al mismo tiempo, para llenar la capacidad del fermentador. Frutos verdes sin mucílago provocan fallas en el proceso, si no se logran volúmenes suficientes, para alcanzar la temperatura requerida.

6) La masa de granos debe tener una buena cobertura, bien sea con hojas de cambur o plátano, sacos de sisal o plástico, limpios, para evitar la pérdida de calor. Asimismo, debe asegurarse que los drenajes sean permeables y permitan la salida de los líquidos que se desprenden durante el proceso, facilitando la aireación y evitando el incremento exagerado de la temperatura y los malos olores.

7) Es necesario voltear la masa de granos en fermentación periódicamente, cada 48 horas como mínimo, para asegurar la aireación requerida.

8) El proceso debe durar el tiempo necesario de acuerdo con el tipo de cacao, pues, si éste se disminuye, muchas almendras quedan sin fermentar y si se aumenta, ocurrirá la sobrefermentación que provoca malos olores y cambios en la masa de cacao que perjudican significativamente la calidad del producto final.

9) Para saber si el cacao está fermentando correctamente, existen varios indicadores:

a) Aumentos de temperatura, la cual se ubica por encima de 40°C en los fermentadores Trinitarios al cabo de 48 horas y por encima de 36°C a las 24 horas, cuando se utiliza el sistema Rohan o el fermentador Reymol (huacal plástico).

b) El mucílago o baba que cubre el grano empieza a perderse y cambia su color blanco por tonos rojo claro o rosados.

c) Al cortar un grano con una navaja afilada escurre un líquido abundante de color vino tinto.

10) Para saber si el cacao ya está bien fermentado, además del tiempo transcurrido, se debe constatar que:

a) La temperatura en el sistema comience a descender.

b) El grano se hinche.

c) Haya producido la muerte del embrión.

d) Que en el corte longitudinal de las almendras se observe un color pálido en el centro, rodeado por una circunferencia de color café oscuro.

#### ***Consecuencias de una fermentación deficiente o incompleta***

##### **Almendras violetas**

Son el producto de una fermentación incompleta y sus almendras producen poco sabor durante el procesamiento industrial. Presentan altos contenidos de purina, poca fragancia y en el caso de los Criollos no se revelan los sabores a almendra y especias.

##### **Almendras sobrefermentadas**

Dan lugar a almendras con olores pútridos, desagradables, provenientes de la

fermentación prolongada que da lugar a la formación de ácido butírico. Esto acontece sobre todo en regiones de alta pluviosidad durante la época de cosecha, cuando las lluvias no permiten que los productores extiendan en el patio de secado las almendras que han cumplido su tiempo de fermentación.

#### **Granos sobremadurados**

Los granos sobremadurados germinan y emiten sus radículas que al ser manipuladas se desprenden, quedando orificios por donde se facilita la penetración de insectos y hongos. Adicionalmente, estos granos han sufrido parte del proceso bioquímico de la germinación y utilizado parte de los componentes para otras funciones, perdiendo su capacidad de uso en el proceso industrial.

#### **Almendras mohosas**

Se producen al fermentar granos provenientes de frutos enfermos o cuando, durante el proceso de fermentación la masa de cacao se contamina con hongos provenientes de las mismas cajas, pilas o canastos donde se fermentan los granos. Hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* resultan ser los más frecuentes en estos casos, y cuando por cualquier circunstancia estos hongos sobreviven al secado, y el cacao se ensaca con niveles de humedad superiores al 8%, atraviesan la cutícula que recubre las almendras y colonizan su interior dando como resultado un producto que pierde su sabor y aroma característicos y, por ende, un chocolate de muy mala calidad.

#### **Sistemas de fermentación**

En el mundo existe una diversidad de técnicas utilizadas para la fermentación del cacao, variando de acuerdo con el volumen de producción de la finca: para pequeñas cantidades resulta simple y económico, mientras que para grandes volúmenes es complejo y costoso. Actualmente existen cuatro tipos de fermentadores utilizados en Venezuela como se reseñan en el cuadro 25.

CUADRO 25: FERMENTADORES DE CACAO  
Y SUS CARACTERÍSTICAS

| <b>Tipo</b>              | <b>Producción (kg/ha)</b> | <b>Superficie</b> |
|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| Rústico Caucagua         | 300 – 1.500               | 1 – 3 ha          |
| Reymol (huacal plástico) | 1.000 – 2.000             | 4 – 6 ha          |
| Rohan                    | 1.500 – 5.000             | 5 – 10 ha         |
| Trinitario               | Más de 5.000              | Más de 10         |

#### **Fermentador Caucagua**

##### **Componentes**

Este fermentador rústico fue diseñado por Reyes (1964) y consiste en un canasto de caña amarga, con dimensiones de 80 x 40 x 10 cm, con capacidad para 28 a 30 kg de cacao fresco. Se recomienda para la fermentación de la producción de subsistencia en fincas menores de 3 ha. Luego de llenar el canasto, se recubre con una lámina de polietileno de 2 x 2 m y 0,25 m de espesor y se coloca durante el día en un sitio donde reciba luz solar directa. El canasto debe suspenderse sobre dos trozos de tallos de plátano o cambur de aproximadamente 80 cm de

## CAPÍTULO X



FOTO 89.  
FERMENTADOR CAUCAGUA

FOTO 90.  
LLENADO DEL FERMENTADOR

FOTO 91.  
BATERÍA DE  
UN FERMENTADOR REYMOL



largo por 10 cm de diámetro, para permitir el escurrimiento de la baba y la aireación de la masa en fermentación.

### Manejo

1) Hay que evitar el contacto con el suelo, por lo que se coloca sobre los trozos de tallos de cambur o plátano.

2) Llenar el canasto con cacao húmedo, recién cosechado.

3) Colocar al sol y cubrir con el plástico, colocándole trozos de tallo por encima, para evitar la pérdida de temperatura por escape.

4) Voltear diariamente, en la mañana, la masa de granos dentro del canasto.

5) Al final de la tarde, guardar bajo techo, igualmente suspendido sobre los trozos de tallos.

6) El tiempo de fermentación dependerá del tipo de cacao: tres días para los cacaos finos y de siete a ocho días para los cacaos ordinarios. Es muy eficiente, económico, de fácil manejo y se logra alrededor de un 90% de almendras fermentadas (Foto 89).

### *Fermentador Reymol*

#### Componentes

Ideado por Reyes y Molina (1977), consiste en un huacal plástico perforado de los usados comúnmente en los abastos y supermercados para el manejo de alimentos y productos, con dimensiones de 60 x 40 x 40 cm, con una capacidad de aproximadamente 70 kg. Es ideal para pequeñas fincas cacaoteras de 3 a 6 ha. Con este fermentador se logra de 90 a 95% de almendras bien fermentadas.

### Manejo

1. Antes de llenar la caja con la masa de grano a fermentar, es necesario colocar hojas de plátano, cambur o bijao para tapizar las paredes con aberturas y disminuir el exceso de aireación.

2. La caja debe colocarse sobre trozos de seudotallo, al igual que el fermentador Caucaqua.

3. Después de llenarla, la masa de granos se tapa con hojas de cambur, plátano o bijao y luego todo el conjunto se cubre con sacos de yute o fique.

4. Diariamente se voltear la masa de grano con la mano y se cubre nuevamente.

5. El tiempo de fermentación varía de acuerdo con el tipo de cacao: cuatro días para los Criollos y seis para los tipos Trinitarios (Fotos 90, 91).

6. Pueden apilarse varios huacales de acuerdo al volumen de producción de la finca.

### *Fermentador Rohan*

#### Componentes

Consiste en una batería de cinco o más bandejas de madera, de tamaño variable, superpuestas, en las cuales se coloca el cacao fresco. Las bandejas deben tener el fondo enrejado, con el fin de permitir el drenaje de los líquidos que desprende la masa de cacao. La última bandeja de base estaría llena de aserrín lo cual permitirá el control de la aireación. La bandeja superior se cubre con sacos vacíos para evitar pérdidas de calor del sistema. Las almendras se deben voltear dentro

## CAPÍTULO X



FOTO 92.  
FERMENTADOR ROHAN

de las gavetas cada dos días para mejorar la fermentación, disminuir la incidencia de hongos, evitar el apelotonamiento y garantizar la uniformidad del proceso. Igualmente, las bandejas se van rotando de posición, de abajo hacia arriba.

### Elementos del sistema Rohan

Bandejas de madera: de tres a cinco, como máximo.

Tamaño: 60 x 50 x 10 cm - capacidad: 20 kg de cacao/bandeja

80 x 80 x 10 cm - capacidad: 50 kg de cacao/bandeja

Bandeja base: con 5 o 12 kg de aserrín, según el tamaño

Sacos de mecatillo o de fique: de cinco a siete sacos de 120 x 80 cm.

### Manejo

- 1) La bandeja base se llena con el aserrín y se ubica en sitio abrigado.
- 2) Las otras bandejas se llenan con almendras frescas y se colocan sobre la base, formando una pila que finalmente se cubrirá con los sacos.
- 3) Cada dos días se rotan de posición las bandejas y se voltean las almendras dentro de cada bandeja.
- 4) El tiempo de fermentación dependerá del tipo de cacao: tres días para los Criollos finos y de siete a ocho para los Forasteros (Foto 92).

### *Fermentador Trinitario*

#### Componentes

Es el sistema utilizado para procesar grandes cantidades de cacao y consiste en una serie de cajones de 1 x 1 x 0,65 m, con una capacidad para 900 a 1.000 kg contruidos con maderas libres de olores, como el apamate o el saqui-saqui. Las tablas que formarán las paredes laterales deberán tener un grosor de 3 a 4 cm, para asegurar un aislamiento efectivo entre la masa de cacao y el ambiente externo y deben quedar firmemente ajustadas entre sí. Se colocan sobre un marco que permita retirarlas fácilmente cuando se vaya a remover el cacao o a trasladarlo al cajón subsiguiente.

El fondo de la caja estará formado por una rejilla de madera que facilita el drenaje y la aireación, la cual debe quedar separada 15 a 20 cm del piso, donde habrá un canal de drenaje que recolecte los exudados de la masa en fermentación (Foto 93). Se debe evitar el contacto de piezas metálicas con la masa de granos, ya que le confieren color, olor y sabor desagradables. La masa de granos se cubre con sacos de mecate de 120 x 60 cm, se requieren 4 por cajón.

### Manejo

- 1) Los cajones se ubican en sitios resguardados y cubiertos denominados “desbabaderos”, se llenan de cacao húmedo recién cosechado y se tapan con los sacos.
- 2) Cuando la cantidad de cacao es pequeña, la masa en fermentación se mueve todos los días o cada dos días, volteándola dentro del cajón.
- 3) Si el volumen procesado es grande, se deben tener por lo menos dos cajones, y el volteado de la masa se hace con palas de madera de un cajón a otro.
- 4) Las tablas de una de las paredes laterales son movibles, para poder quitarlas y así facilitar los volteos entre cajones.
- 5) El tiempo de fermentación, al igual que en los otros casos, dependerá del

## CAPÍTULO X



FOTO 93.  
REJILLA INFERIOR  
DEL FERMENTADOR TRINITARIO

tipo de cacao cultivado: tres días para los Criollos y de seis a siete para los Forasteros Trinitarios.

### SECADO

Esta práctica tiene como fin primordial completar el proceso de beneficio, eliminando la humedad del grano, que al final de la fermentación llega a 45-60%, y debe descender a un valor cercano a 7-8%. Para ello, la masa de granos es extendida en patios de secado durante seis a ocho días, donde el grano va perdiendo progresivamente humedad. Si el contenido de humedad baja de este nivel, las almendras se tornan quebradizas con la manipulación y si está por encima adquieren un olor desagradable, se hacen susceptibles al ataque de hongos y pierden valor comercial.

Debido a que durante el secado se continúan sucediendo los procesos bioquímicos de carácter enzimático, necesarios para la aparición de las sustancias precursoras del sabor y aroma deseables en el cacao de buena calidad, el proceso debe realizarse lentamente, pues un mal secado deteriora la calidad resultante. Si las almendras se secan muy rápido la cutícula exterior lo hace primero, quedando internamente húmedas, presentando una apariencia “engrinchada”, con mayor acidez de lo normal, perdiendo valor comercial. Cuando el secado se lleva a cabo en forma demasiado lenta las almendras permanecen húmedas y permeables produciéndose la difusión de los ácidos orgánicos, perdiendo sabor y calidad (Figura 71).

De acuerdo con algunos autores, el chocolate proveniente de almendras secadas al sol, lentamente, poseen un sabor que lo caracteriza “afrutado”, debido probablemente a la formación de ésteres. El secado debe reducir el contenido de humedad hasta niveles que permitan el almacenaje y transporte seguros.

### Objetivos del secado

Al secar las almendras previamente fermentadas, se logran los siguientes cambios:

- a) Disminuye el contenido de humedad hasta niveles que permiten su manipulación y almacenamiento.
- b) Ocurre la pérdida por evaporación de los ácidos volátiles.
- c) Se completa el desarrollo del sabor característico del chocolate.
- d) Ocurren cambios en el color de las almendras hasta el pardo chocolate.

El secado puede ser natural mediante el uso de la energía solar, o artificial utilizando calor en secadoras mecánicas. El secado artificial debe asegurar que la temperatura de calentamiento no sea nunca superior a 65°C (WOOD & LASS, 1987).

El secado al sol únicamente es posible cuando en la época de cosecha las lluvias no son excesivas y la insolación es suficiente, condiciones que no se cumplen en la mayoría de nuestras zonas cacaoteras. La temperatura media máxima que se alcanza en el secado natural es aproximadamente de 55 a 60°C. A esta temperatura ocurren los cambios deseables que consolidan la formación del sabor a chocolate antes mencionados y la disminución de la astringencia y el sabor amargo. El



FOTO 94  
PULIDORA DE ALMENDRAS  
DE CACAO

secado artificial debe ser cuidadosamente controlado y supervisado, ya que fácilmente se alcanzan temperaturas de 70 a 75°C, que pueden restringir la actividad enzimática, dando lugar a almendras ácidas, amargas y de baja calidad.

**Secado natural**

Dado que la mayoría de nuestros productores trabajan sobre fincas de menos de 10 ha, el sistema de secado más ampliamente utilizado es el natural. Para ello se pueden utilizar alguno de los siguientes tipos de secadores:

- 1) Patios de cemento.
- 2) Patios de cemento con techo rodante.
- 3) Patios con techos fijos de plástico o vidrio.
- 4) Gavetas rodantes de madera con techo fijo.
- 5) Secador rústico Catatumbo.
- 6) Secador rústico Caucaagua.

El tipo de secador a utilizar depende de los volúmenes de producción, la lejanía de las fincas, la disponibilidad de recursos y lo accesible de los materiales requeridos. En fincas de mediano tamaño, entre 5 y 10 ha, se utilizan algunos de los primeros cuatro tipos de secadores arriba mencionados, mientras que en plantaciones más pequeñas, que constituyen la mayor parte de las explotaciones, a menos que el beneficio se realice en instalaciones comunitarias, lo común es el uso de los secadores rústicos. Estos se construyen con materiales disponibles en las zonas productoras o fácilmente accesibles y permiten al productor un secado efectivo del cacao.

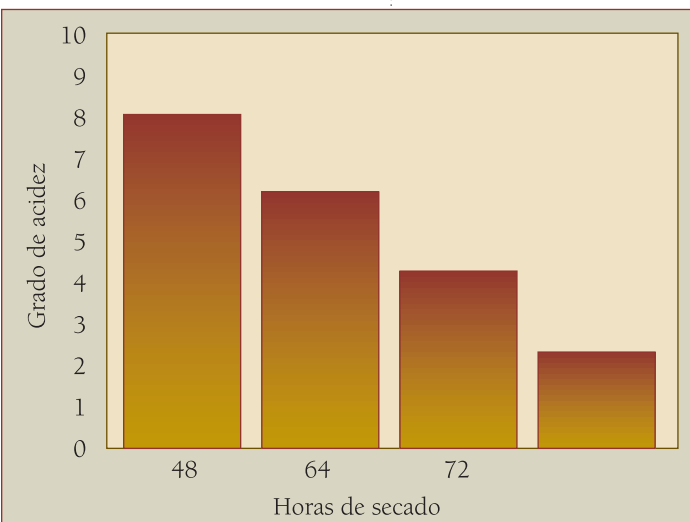
**Patios de cemento**

Consiste en una superficie plana, cementada, variable en tamaño, de acuerdo con el volumen de cacao que se recolecta. Los patios de secado deben tener un pequeño desnivel que permita el drenaje de los jugos azucarados y del agua de lluvia. Finalizada la fermentación, el cacao se tiende el primer día sobre el patio en una capa con 8 a 10 cm de altura, durante cuatro horas. Luego, se amontona y se cubre. El segundo día se extienden en una capa de 5 a 6 cm de altura, durante

cinco a seis horas, para luego amontonarlo y cubrirlo. Desde el tercer día y hasta el sexto u octavo día, las almendras se extienden durante todo el día, amontonándolo y cubriéndolo al final de la tarde. El total de días dependerá de la intensidad de luz solar recibida durante el proceso y del tipo de cacao.

Durante el secado deben formarse en los patios pequeños camellones con los granos para que reciban suficiente sol y tengan un secamiento uniforme. El lugar empleado para el secado no debe usarse para secar otros productos de olores fuertes como carne, pescado o copra ya que el cacao absorbe rápidamente los olores y sabores desagradables, lo cual desmejora la calidad del producto. Actualmente algunas fincas utilizan una

FIGURA 71.  
VALORES DE ACIDEZ  
EN FUNCIÓN DEL TIEMPO  
DE SECADO



## CAPÍTULO X



FOTO 95.  
PATIO DE CEMENTO TECHADO

FOTO 96.  
PATIO CON TECHO RODANTE.

cobertura plástica para resguardar el cacao durante el secado (Foto 95).

### ***Patio de cemento con techo rodante***

Este tipo de patio se utiliza mucho en la región oriental, debido a lo impredecible de las precipitaciones. Su manejo es muy similar al anterior y tiene las siguientes ventajas:

- a) Al llover, las almendras pueden cubrirse fácilmente, rodando el techo, evitando que se humedezcan.
- b) Se puede guardar el cacao evitando el robo.
- c) Puede servir como depósito para granos procedentes de otras cosechas (maíz, caraotas, frijoles), pero nunca de cosechas de productos que desarrollen olores no compatibles con el cacao (Foto 96).

Para calcular la superficie del patio de cemento, en función del volumen de cacao a procesar, se utiliza el Cuadro 26.

CUADRO 26. TABLA DE CÁLCULO  
PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE DE PATIO PARA SECADO

| Prod. anual<br>Kg. cacao seco | Nº de<br>fanegas | Cosecha máx.<br>de un mes/Kgs. | Cantidad<br>a secar*/Kgs. | Metro cuadrado<br>de patio |
|-------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 300                           | 6                | 75                             | 30                        | 5                          |
| 500                           | 10               | 125                            | 63                        | 7                          |
| 800                           | 16               | 200                            | 100                       | 11                         |
| 1.000                         | 20               | 250                            | 125                       | 14                         |
| 1.500                         | 30               | 375                            | 188                       | 21.                        |
| 2.000                         | 40               | 500                            | 250                       | 28                         |
| 3.000                         | 60               | 750                            | 375                       | 42                         |
| 4.000                         | 80               | 1.000                          | 500                       | 55                         |
| 5.000                         | 100              | 1.250                          | 625                       | 69                         |
| 8.000                         | 160              | 2.000                          | 1.000                     | 110                        |
| 10.000                        | 200              | 2.500                          | 1.250                     | 138                        |

\*mes de mayor producción. FUENTE: VIVAS Y REYES (1970)

### ***Gavetas rodantes de madera con techo fijo***

Se colocan las almendras en las gavetas en capas de 3 a 5 cm, dándole de tres

## CAPÍTULO X

a cuatro volteos diarios. Al caer la tarde, las gavetas se colocan debajo del techo fijo, siendo el proceso de manejo similar al de los patios de cemento (Fotos 97, 98).

### *Secador rústico Catatumbo*

El secador rústico Catatumbo es utilizado en la zona sur del Lago de Maracaibo, en las márgenes de los ríos Catatumbo y Escalante, y consiste en una troja alzada a 135 cm del piso, con una estera de caña amarga encima de 2,7 m por lado, en la cual se coloca el cacao, teniendo cuidado de no colocar más de 17 kg de almendras por cada m<sup>2</sup>, lo cual equivale a 50 kg de cacao en cada estera. El cacao se extiende en una capa delgada de 5 a 8 cm, volteándose periódicamente para que el secado sea uniforme.

El primer día se le dan tres horas de sol, el segundo cuatro y el tercero cinco, y del cuarto en adelante se asolea todo el día. Cada tarde, el cacao se recoge y se enrolla con las esteras, colocándole encima una lámina de zinc o de plástico para que quede protegido de la humedad (Figuras 72 a 77).

### *Construcción del secador*

La troja se construye con tres hileras de tres horquetas cada una, separadas 135 cm una de otra y a 135 cm de altura y seis varas de 270 cm, que se colocan sobre las horquetas, como se aprecia en la Figura 73.

Las esteras, con una dimensión de 275 cm, requieren de los siguientes materiales:

- Treinta cañas amargas gruesas de 2,75 m de largo.
- Dos varas de madera liviana de igual longitud.
- Un rollo de mecatillo.

Las cañas y las varas se cortan con una semana de anticipación, para que cuando vayan a utilizarse estén secas y no se deformen al utilizarlas.

El corte de las cañas se realiza utilizando el rajador de cañas, implemento muy sencillo y de fácil construcción. Para ello se utiliza una vara de madera dura y resistente, de 10 cm de diámetro y 1,5 m de largo. Cerca de un extremo se le hace un corte, con el objeto de rebajar un anillo de 2 cm de diámetro y 10

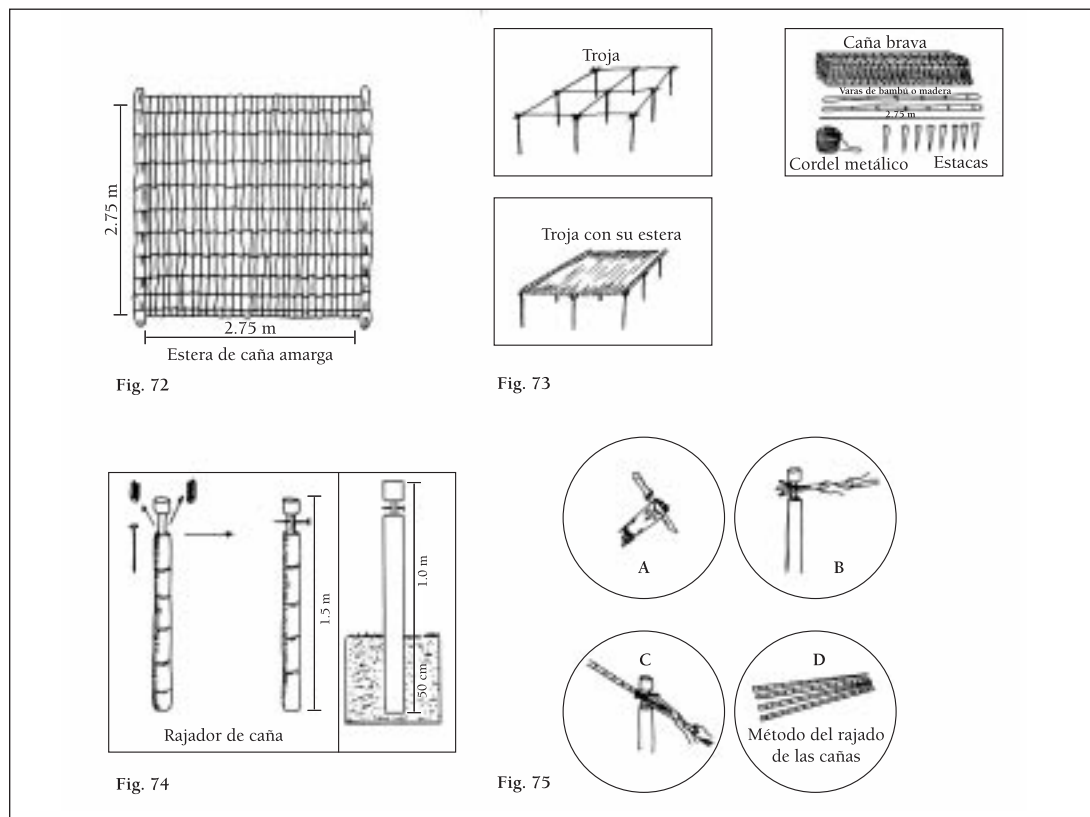
FOTO 97.  
GAVETA RODANTE PEQUEÑA

A la derecha: FOTO 98.  
GAVETA RODANTE GRANDE



## CAPÍTULO X

FIGURAS 72-75.  
SECUENCIA DE LA  
CONSTRUCCIÓN DEL SECADOR  
CATATUMBO



cm de ancho. Luego, en la parte delgada se coloca un clavo de 15 cm de largo (Figura 74). El rajador se fija firmemente al suelo en un hueco de 50 cm de profundidad.

Las cañas se rajan con este instrumento, tal y como se ilustra en la Figura 75. Luego de hacer un corte transversal en cruz a la caña, se utiliza el rajador, para obtener cuatro cañas. Una vez que las cañas se han secado, una semana después de cortadas, se procede así:

1) Se escoge un sitio completamente plano, limpio y no inundable, se colocan las dos varas de madera en el suelo, a una distancia de 2,75 m, colocando estacas en la parte interior de las mismas, para que las varas queden firmes al templear el mecatillo para amarrar las cañas.

2) Se procede a colocar hileras de mecatillo entre vara y vara, amarrándolo a una de las varas, como se observa en la Figura 76.

3) La esfera se teje colocando las cañas horizontalmente entre los mecatillos, asegurándose de que un mecatillo quede por encima y otro por debajo, ajustando a cada paso, para que las cañas queden bien aseguradas y unidas entre sí.

4) Una vez que todas las cañas se han tejido en la estera, deben ajustarse y amarrarse en los extremos, para que quede cerrada y pueda manipularse sin peligro de que se desarme (Figura 77).

### **Secador rústico Cauca**

En la zona de Barlovento, existen cerca de 3.000 pequeñas unidades de ex-

## CAPÍTULO X

plotación, allí se suceden continuas lluvias y hay escasez de la mano de obra (REYES Y VIVAS, 1970). Los productores adaptaron una variante del secador rústico Catatumbo, utilizando una armazón de madera rústica, cuya parte superior termina a manera de techo de dos aguas, de 2 m de altura, con una plataforma construida de bambú de 1 m de altura. Las dimensiones de este secador son de 2,5 x 4,0 m y la plataforma de bambú constituye la superficie de secado.

Sobre la armazón superior se coloca una cobertura transparente de plástico, que permite el paso de los rayos solares, excepto los ultravioletas, al mismo tiempo que protege las alemendras de las lluvias. Así el productor no requiere mano de obra para recoger el cacao y doblar las esteras en caso de lluvia.

El cacao se extiende sobre la estera que cubre la plataforma en una capa delgada, volteándolo periódicamente para que el secado sea uniforme. El primer día recibirán dos horas de sol y el segundo tres, amontonándolo y cubriéndolo con la estera. A partir del tercer día se asolea todo el día hasta que los granos estén secos. Este secador presenta las ventajas siguientes:

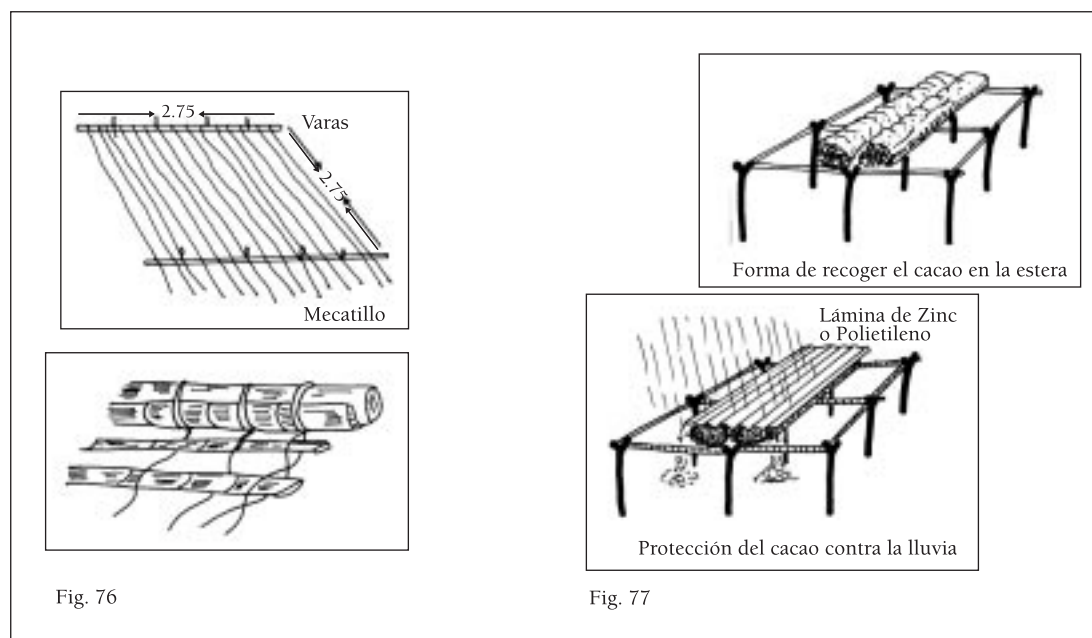
- 1) Se logra la suficiente pérdida de humedad en los granos durante la época lluviosa, ya que pueden permanecer extendidos en las esteras, aprovechando las pocas horas de luz en los días lluviosos.

- 2) El manejo del proceso es más fácil y económico, pues no se requiere mano de obra ni vigilancia constante para recoger y cubrir el cacao cuando llueve, ya que está protegido por el techo plástico.

- 3) Permite el aislamiento del suelo, evitando la presencia de animales o la contaminación con sustancias extrañas.

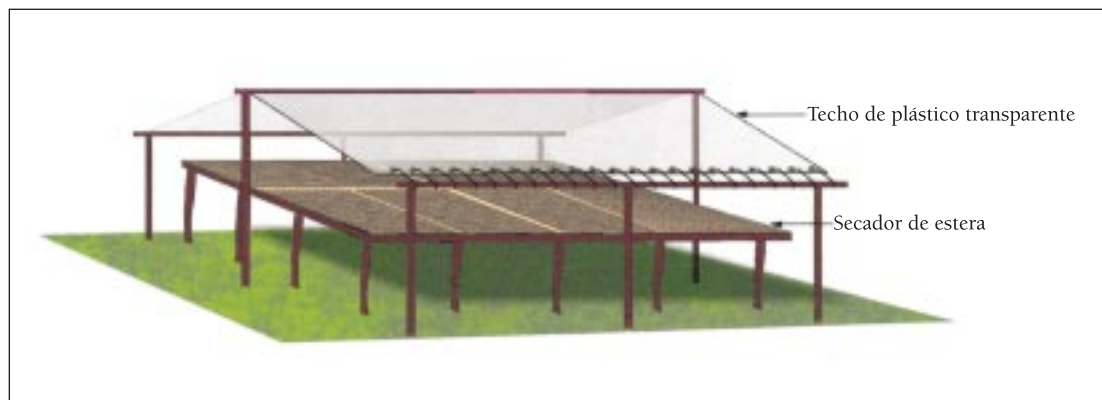
- 4) No se requieren técnicas especiales para su construcción y se utilizan materiales locales normalmente disponibles, aun en zonas de difícil acceso (Figura 78).

FIGURAS 76 Y 77.  
SECUENCIA DE LA  
CONSTRUCCIÓN DEL SECADOR  
CATATUMBO



## CAPÍTULO X

FIGURA 78.  
SECADOR RÚSTICO CAUCAGUA



### **Secado artificial**

Se aplica en regiones donde ocurren abundantes precipitaciones durante la época de cosecha o para volúmenes grandes de producción. Lo más común es que las fincas grandes tengan instalaciones mixtas, con secadores naturales y artificiales, utilizándolos de acuerdo con las circunstancias. En Venezuela se utilizan dos tipos de secadores artificiales: el tipo Pizarra y el Guardiola.

#### ***Secador tipo Pizarra***

Consiste en un depósito para gasoil, un compresor, una pizarra de baldosines de arcilla, tres o cuatro quemadores, aberturas para controlar el paso de aire caliente y una chimenea. Sus medidas son variables: 12 x 8 m, con capacidad para 18 fanegas o 18 x 8 m con capacidad para 25 fanegas.

Una vez encendidos los secadores, se regula el paso del gasoil y aire por medio de los inyectores, hasta que la pizarra alcance una temperatura de 68 a 72°C, se coloca el cacao fermentado sobre la pizarra, removiéndolo periódicamente cada 2 horas. El cacao requiere de 24 horas continuas para su secado, pero puede fraccionarse en dos o tres turnos de 12 u 8 horas, de acuerdo con la programación de la finca.

#### ***Secador tipo Guardiola***

Es un secador que trabaja con gasoil y corriente eléctrica y se presenta en dos versiones: uno grande con capacidad para 80 fanegas y uno pequeño para 60 fanegas.

Antes de secar el cacao con la guardiola se debe aplicar un presecado al cacao durante un día, extendido en un patio de cemento, para que el mucílago termine de secarse y no obstruya las aberturas del cilindro giratorio.

El cacao se vacía en la guardiola por medio de una tolva, se hace girar el cilindro con la ayuda del generador, se prende el horno mediante el paso de gasoil o corriente eléctrica, regulando la temperatura a 75°C, con la ayuda de un termóstato colocado en la entrada del aire caliente a la guardiola, haciendo circular el aire caliente a través de los cilindros. El cacao estará seco a las 24 horas.

### **DEFECTOS DURANTE EL SECADO**

Algunas situaciones pueden conducir a que el secado no ocurra en forma eficiente y resulte un producto con la calidad disminuida, por causa de la mala ins-

trumentación del proceso en sí, contaminación con impurezas, malos olores, almendras quebradas, almendras mohosas. Dentro de los defectos que deben evitarse se pueden señalar los siguientes:

1) El secado de los granos sobre carreteras, aceras o patios de tierra, lo que expone a los granos al pisoteo, a la contaminación con detritus de animales, a la adhesión de tierra, incrementándose los costos del beneficio, por la necesidad de limpieza y clasificación posterior de los granos. Los lotes contaminados normalmente pierden valor comercial, porque son rechazados por la industria (Foto 99).

2) El tiempo insuficiente de secado, que no permite la pérdida total de humedad, permaneciendo el interior del grano más húmedo constituyendo un substrato favorable para el crecimiento de patógenos durante el almacenamiento, resultando almendras mohosas.

3) Similarmente, un tiempo excesivo de secado conduce a un producto con alta proporción de almendras quebradizas que reducen el rendimiento, ya que se consideran almendras defectuosas con una tolerancia no mayor de 5% para los grados Standard I. Por encima de dicho porcentaje las almendras disminuyen su categoría, y por ende el precio de venta. Las almendras quebradas, por su misma condición, se hacen muy vulnerables al ataque de insectos plagas y hongos en el cacao almacenado. Se originan cuando durante el secamiento de las almendras la humedad desciende del 7%.

4) El volteado insuficiente de los granos, produce desuniformidad en su secado quedando algunas almendras húmedas, lo que provocará su enmohecimiento.

5) El secado en patios utilizados para otros fines provoca la absorción de malos olores que sustituyen el aroma característico del grano de cacao y desmejoran grandemente su calidad y consecuentemente su valor.

### **OTRAS PRÁCTICAS ASOCIADAS CON EL BENEFICIO**

#### **Lavado de las almendras**

Fue una práctica muy común hasta hace pocos años, en las plantaciones caoteras en las orillas de los ríos Escalante y Catatumbo, mediante la cual se lavaban las almendras del Porcelana en una especie de canoa o bote, para remover los residuos de pulpa que normalmente quedan adheridos a éstas. Esta labor se realizaba uno o dos días después de culminada la fermentación. En la zona de Caucagua, la finca La Concepción lleva a cabo esta práctica, para cumplir con los requerimientos de una demanda muy especial que exigen algunos compradores. La principal ventaja del lavado radica en la buena apariencia comercial y en la eliminación de los residuos ácidos que puedan haber quedado en las almendras, los cuales, al secarse, adquieren un color canela muy brillante y atractivo a la vista, muy diferente al color moteado claro-oscuro que presentan cuando no se realiza el lavado. Adicionalmente se eliminan residuos donde pueden prosperar hongos que al crecer pueden penetrar y provocar el enmohecimiento de las almendras. También debe señalarse que el lavado facilita un secado posterior más rápido y son más

## CAPÍTULO X



FOTO 99.  
SECADO DE GRANOS DE CACAO  
SOBRE CARRETERA

fáciles de clasificar exteriormente al evaluarlas para la venta. Sin embargo, el lavado disminuye el peso final del producto comercial, al eliminar residuos que pueden llegar a significar de 2 a 10% menos de peso. Esto se compensa con la mejor calidad del producto y la eliminación de problemas de contaminación fungosa, lo que asegura un mejor precio y mayor aceptación por los compradores. Su uso estará supeditado a la disponibilidad de instalaciones y equipos manuales o mecanizados.

### **Pulido del cacao**

Esta es una práctica realizada anteriormente en el país y que produce los mismos efectos del lavado, es decir, granos pulidos y libres de residuos, pero requiere de mano de obra adicional. En el mercado existen pulidoras mecánicas, consistentes en tanques con aditamentos especiales que se encargan de friccionar las almendras, pero igualmente requiere gastos de energía eléctrica y mano de obra adicional (Foto 99).

### **ALMACENAMIENTO**

Las almendras de cacao son ricas en materia grasa, por lo que absorben fácilmente sabores y aromas que difícilmente desaparecen durante el proceso industrial. Por este motivo, debe evitarse el uso de estructuras, equipos de secado y almacenaje que se emplean para otros productos como copra. Por otra parte, el cacao fermentado y seco es suficientemente higroscópico para alcanzar un contenido de humedad superior a 8%, lo que favorece el desarrollo interno de hongos y la infestación por insectos.

Después que las almendras están fermentadas y secas, la entrega debe efectuarse lo más pronto posible. Sin embargo, por causas locales (distancia, transporte), muchas veces el productor almacena el cacao procesado en su hacienda. En caso de no poseer instalaciones especiales para tal fin, debe tomar algunas precauciones elementales para minimizar los riesgos de deterioro y mantener el producto bien seco, lo más recomendable es que el almacén que se destina para guardar el cacao, sea de ese uso exclusivo.

Si el cacao es para exportación, obligatoriamente se debe colocar en sacos nuevos de fique o mecatillo. Si se utilizan sacos viejos, debe cerciorarse que estén limpios y libres de otras sustancias o residuos que puedan contaminar el cacao o transmitirle olores extraños. Los sacos que hayan sido utilizados varias veces, deben ser desinfestados para evitar la diseminación de patógenos nocivos. Los sacos de cacao deben resguardarse en un local o almacén adecuado, si el piso del almacén es de concreto, deberá usarse una tarima o estiba de madera de 15 cm de altura, que sirva de aislamiento y evite que se humedezcan por su contacto directo con el piso.

Un aspecto de gran importancia en el manejo del almacén es el intervalo entre el momento de llegada del lote al almacén y su salida hacia el mercado interno y externo. No es recomendable que el cacao pase períodos prolongados en el almacén, agilizándolo su movilización antes de que transcurran 15 días después de su llegada.



FOTO 100.  
CLASIFICADORA DE CACAO



FOTO 101  
ALMENDRAS PIZARROSAS,  
DEFECTO POR FALTA DE  
FERMENTACIÓN

A la derecha: FOTO 102  
ALMENDRAS FERMENTADAS



### CLASIFICACIÓN

En los centros de acopio se debe clasificar el cacao por el tamaño del grano, con la ayuda de equipos clasificadores apropiados, obteniéndose así una gradación de los lotes, separando granos grandes, pequeños y la pasilla, lo cual permite uniformidad en los lotes para la venta, especialmente si es para exportación, ya que los compradores y procesadores internacionales desean el cacao uniforme, de buen tamaño. Actualmente, la clasificación la realizan algunos compradores y comercializadores privados, con el fin de lograr un producto más competitivo y de mejor precio en el mercado (Foto 100).

### ALMACENAMIENTO EN CENTROS DE ACOPIO

Antes de almacenar el cacao se debe garantizar o certificar que su contenido de humedad sea inferior a 8%, de lo contrario será necesario un resecado. En los almacenes se establece un equilibrio entre la humedad atmosférica y el contenido de agua de las almendras. Para mantener esta última entre 7 y 8%, la humedad relativa del aire debe mantenerse por debajo de 70%. Periódicamente debe chequearse el contenido de humedad en los distintos lotes, así como al momento de la salida de los sacos de cacao.

Las variaciones de temperatura dentro del almacén también deben regularse, debido a que los enfriamientos nocturnos pueden llevar el aire que se encuentra entre las almendras a su punto de rocío. Los sacos de cacao deben ser amontonados en rumas o pilas de 250 sacos cada una, para que estén separados por calidad y por marca. Los sacos de cacao para exportación deben contener 61 kg y para la industria nacional 50 kg. Las pilas deben estar separadas entre sí por pasillos de un metro de ancho y a un metro de las paredes del almacén. Esta distribución facilitará las labores de desinfección que sean necesarias e impedirá la contaminación por olores y sabores de otros productos como alimentos, artículos de limpieza, alquitrán y cemento, entre otros (Fotos 101, 102, 103, 104).

## CAPÍTULO X

### DEFECTOS DE ALMACENADO

**Almendras mohosas.** Son producto del ataque de ciertos hongos, siendo los más comunes los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. El moho interno o externo en las almendras de cacao, además de formarse durante la fermentación o el secado, también puede aparecer durante el almacenamiento, si las condiciones de humedad y temperatura no son las adecuadas. Granos mohosos en la masa de cacao constituyen un grave defecto que pueden provocar malos olores y sabores desagradables.

Para evitar la aparición de almendras mohosas se deben corregir todas las condiciones que favorezcan el desarrollo de mohos internos, como las bajas temperaturas durante la fermentación, el secado lento, las malas condiciones de almacenado y el humedecimiento de los sacos, para lo cual deben cubrirse con encerados durante el transporte en camiones.

**Almendras dañadas por insectos.** Los insectos que atacan al cacao almacenado provienen de infestaciones que se suceden en el interior del sitio de almacenamiento. Por ello, deben tomarse precauciones como la limpieza efectiva del almacén, aplicación de un insecticida específico para este tipo de plagas, regulación de la humedad dentro del almacén, utilización de sacos limpios y libres de insectos o pupas. También es importante registrar la fecha de entrada y salida de lotes, para evitar la permanencia de lotes por mucho tiempo, pues se convierten en criaderos de insectos y focos de infestación permanente para los nuevos lotes que llegan al almacén (Fotos 105, 106).

### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS ÚTILES EN LA DEFINICIÓN DE LA CALIDAD

A continuación se presentan las principales características organolépticas que ayudan a definir la calidad del cacao, acompañadas cada una con una cuantificación de dicha característica, en 11 cultivares diferentes.

#### Intensidad de sabor a cacao

Integra el gusto y el aroma que se desarrollan después del tostado. Debe cumplir con los requerimientos del chocolatero, quien demanda el tipo de almendra conveniente para el producto que elabora. No se aplica al seleccionar cacao para la producción de polvo y manteca de cacao. El sabor está influenciado por el tipo de cacao y por la tecnología de postcosecha utilizada (Figura 79).

La intensidad de sabor identificada para algunos tipos de cacao se presenta a continuación:

Alta intensidad: Criollo de Mérida fermentado; Porcelana fermentado; Nanay 33, Scavina 6; Scavina 12 y Guasare.

Mediana intensidad: híbrido OC77 x Scavina 12; Ocumare 61, Ocumare 73.

Baja intensidad: Parinari 35; UF 676; Na 32; EET 339.



FOTO 103  
CACAO LISTO PARA  
INDUSTRIALIZARLO

FOTO 104  
CACAO EN PROCESO  
DE ALMACENAMIENTO

FOTO 105  
ALMENDRA ATACADA POR POLILLA



## CAPÍTULO X



FOTO 106  
ALMENDRA ATACADA  
POR INSECTOS PERFORADORES.

FIGURA 79.  
INTENSIDAD DE SABOR EN NUEVE  
TIPOS DIFERENTES DE CACAO

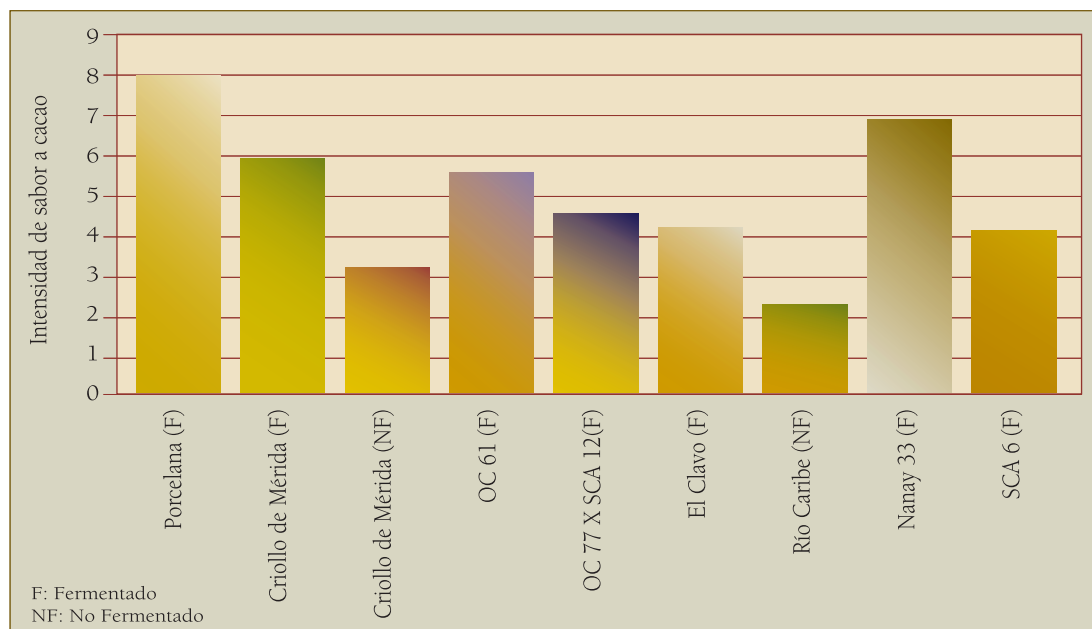
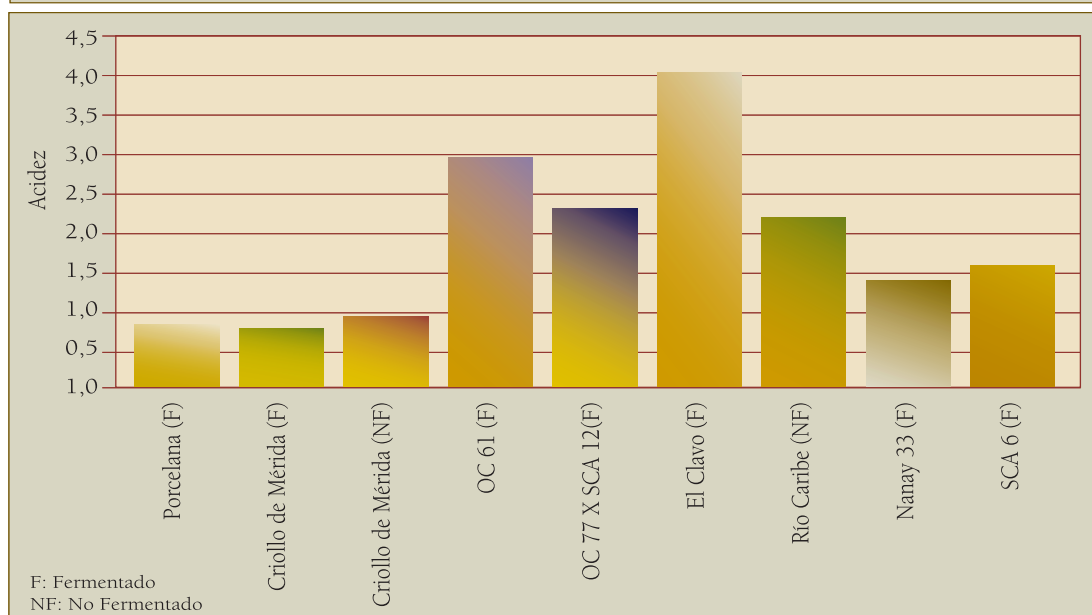


FIGURA 80.  
GRADO DE ACIDEZ EN ALMENDRAS  
DE NUEVE TIPOS DIFERENTES DE  
CACAO



## CAPÍTULO X

FIGURA 81.  
NIVEL DE ASTRINGENCIA  
EN NUEVE TIPOS DIFERENTES  
DE CACAO

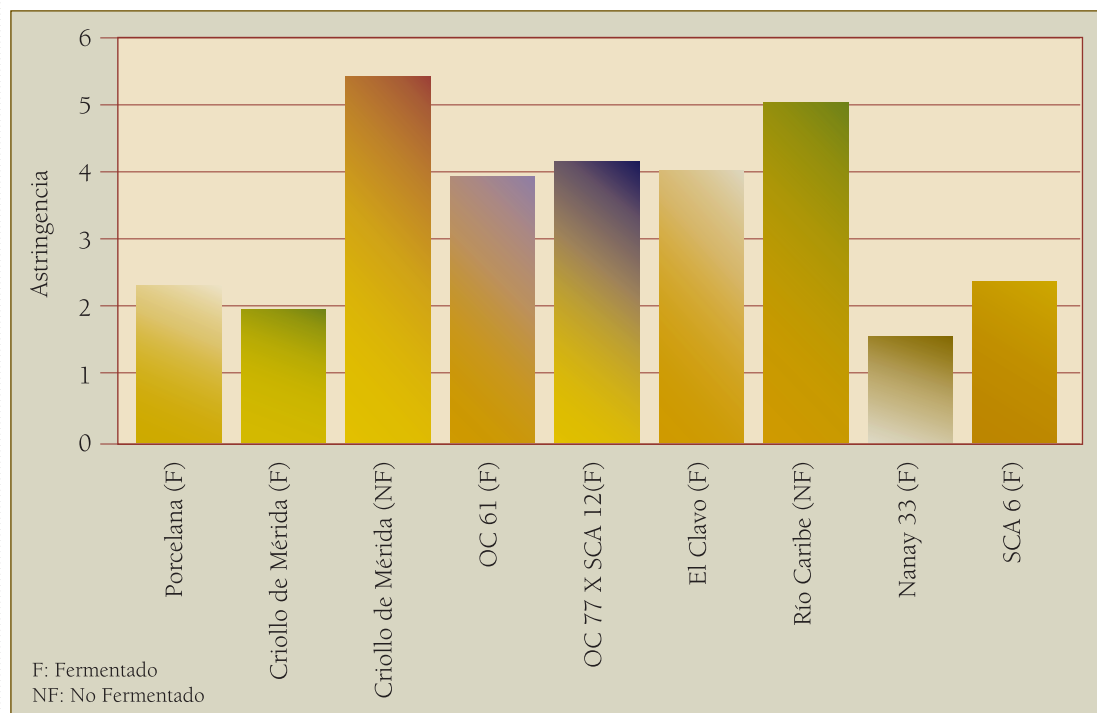
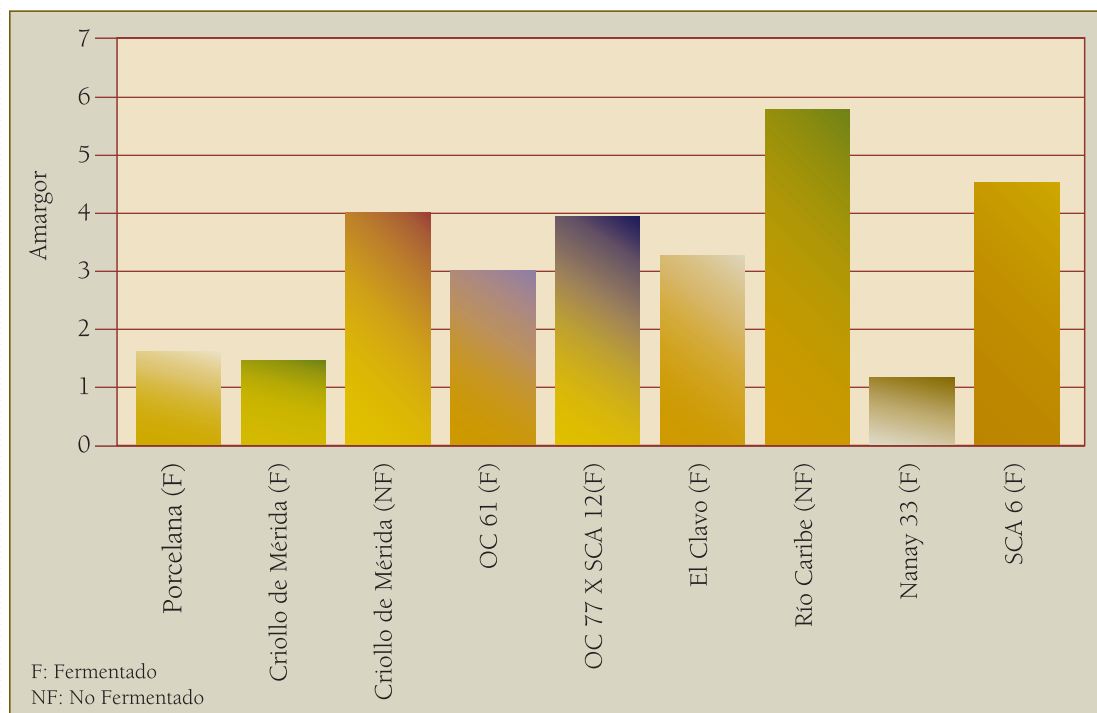


FIGURA 82.  
NIVEL DE AMARGOR EN NUEVE  
TIPOS DIFERENTES DE CACAO



### Amargor

Provocado por el alto contenido de purinas (theobromina y cafeína). Se caracteriza por un sabor parecido a la quinina y es percibido lentamente al final del paladar cuando se prueba (Figura 82).

### Crudo o verde

Es un defecto característico del cacao no fermentado. Puede ser:

## CAPÍTULO X

FIGURA 83.  
NIVEL DE FRAGANCIA EN NUEVE  
TIPOS DIFERENTES DE CACAO

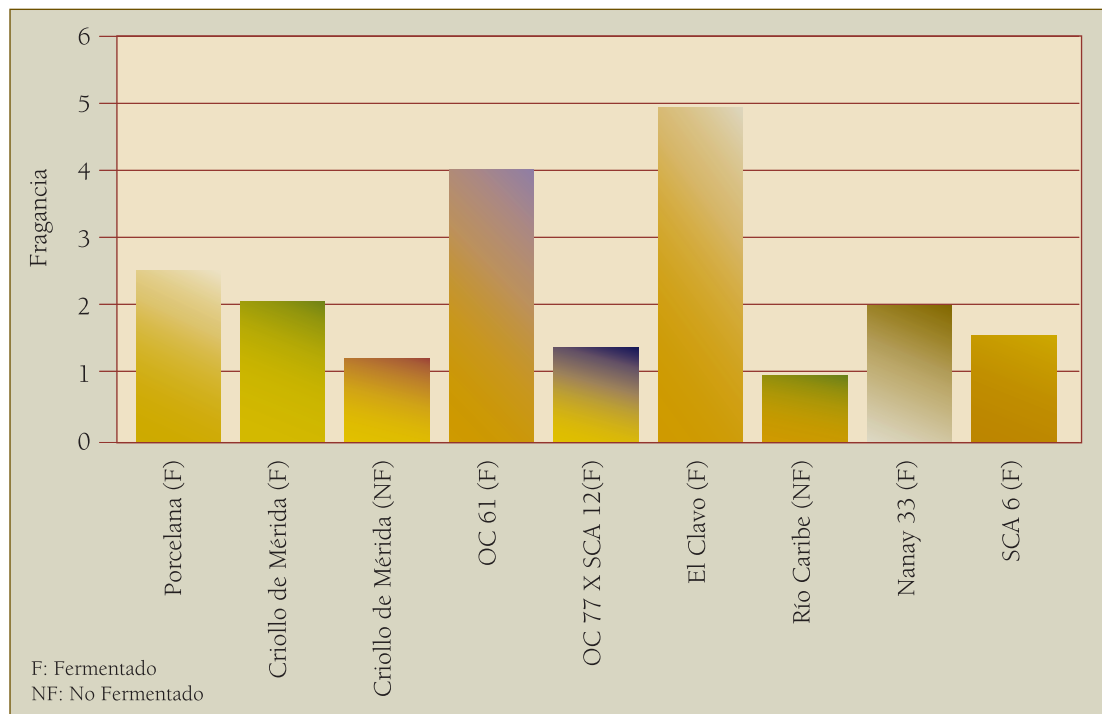
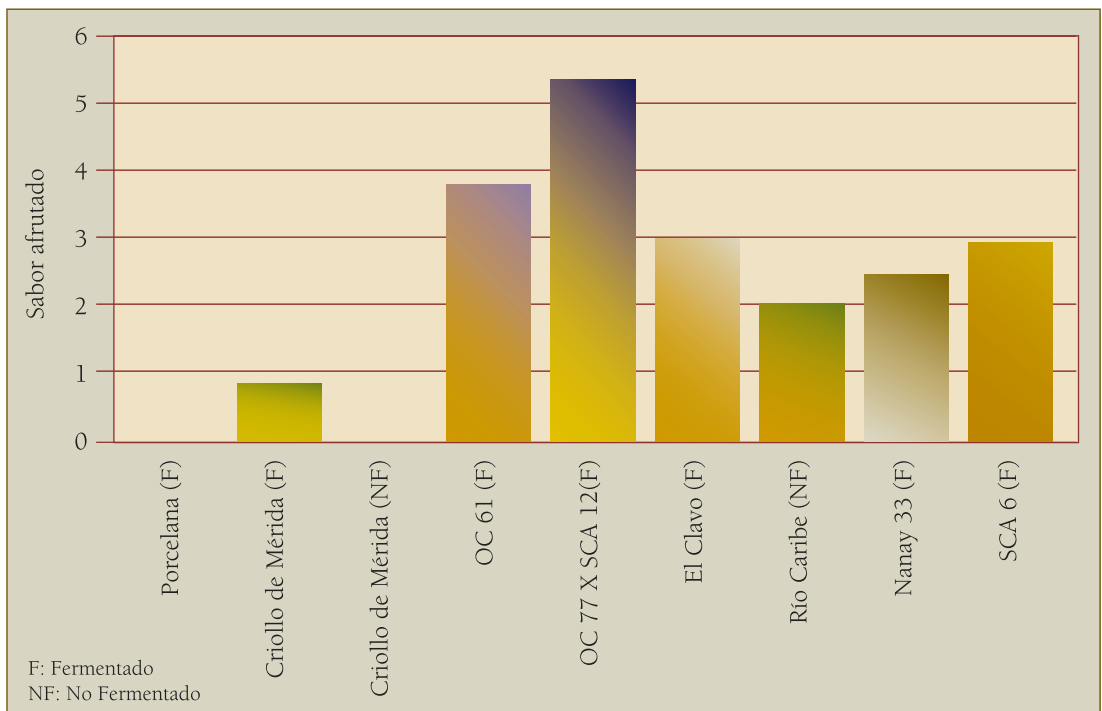


FIGURA 84.  
SABOR AFRUTADO EN NUEVE  
TIPOS DIFERENTES DE CACAO



Intenso: en licores hechos de almendras pizarrosas.

Medio: cacaos medianamente fermentados.

Bajo: almendras muy bien fermentadas.

### Aroma

La alta fragancia se manifiesta en los Criollos y Trinitarios, sobre todo en el cacao que se cultiva en la zona de Barlovento.

## CAPÍTULO X

FIGURA 85.  
INTENSIDAD DE RETENCIÓN  
EN EL PALADAR EN NUEVE  
TIPOS DIFERENTES DE CACAO

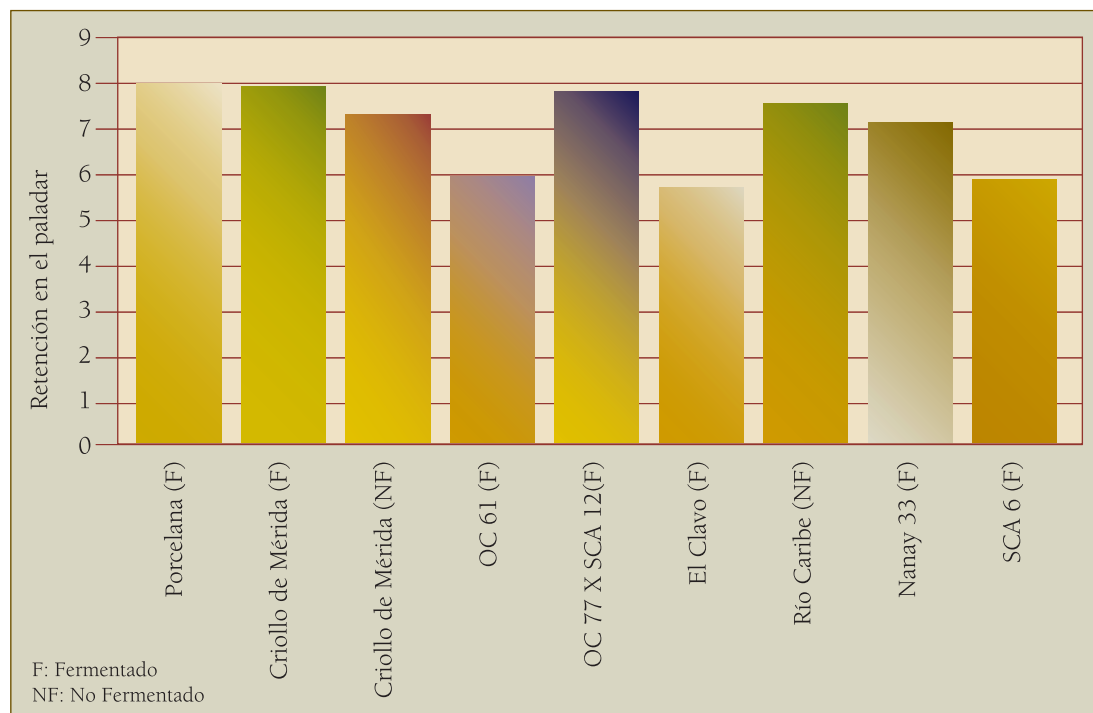
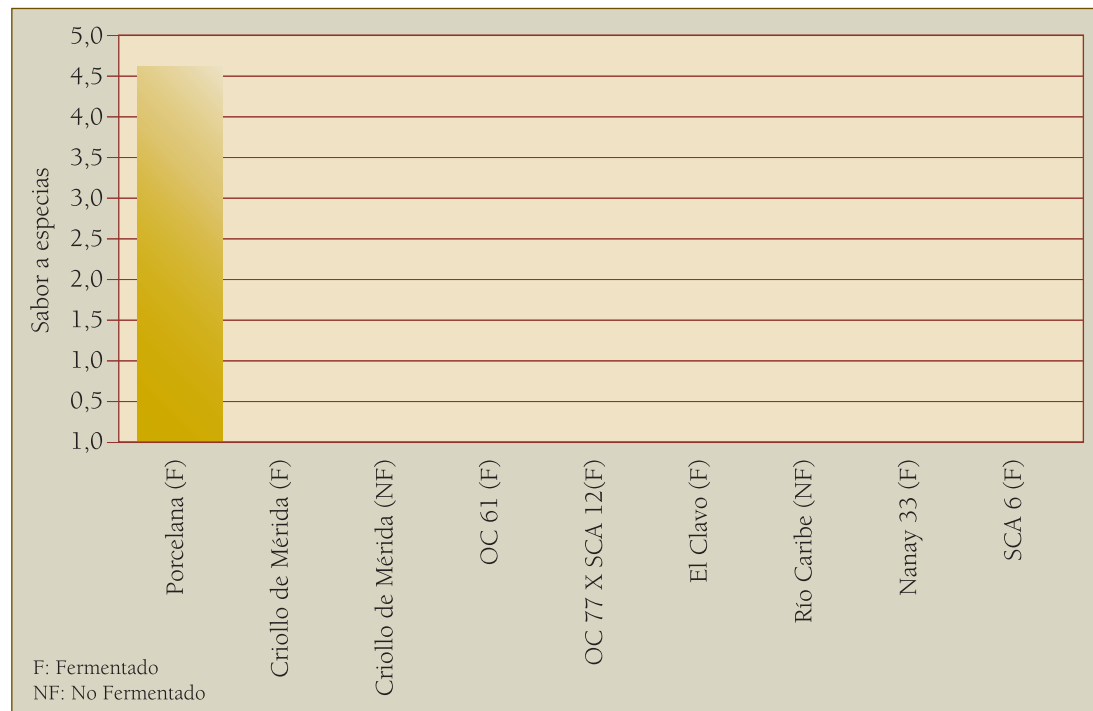


FIGURA 86.  
INTENSIDAD DE GUSTO  
A ESPECIAS EN NUEVE TIPOS  
DIFERENTES DE CACAO.



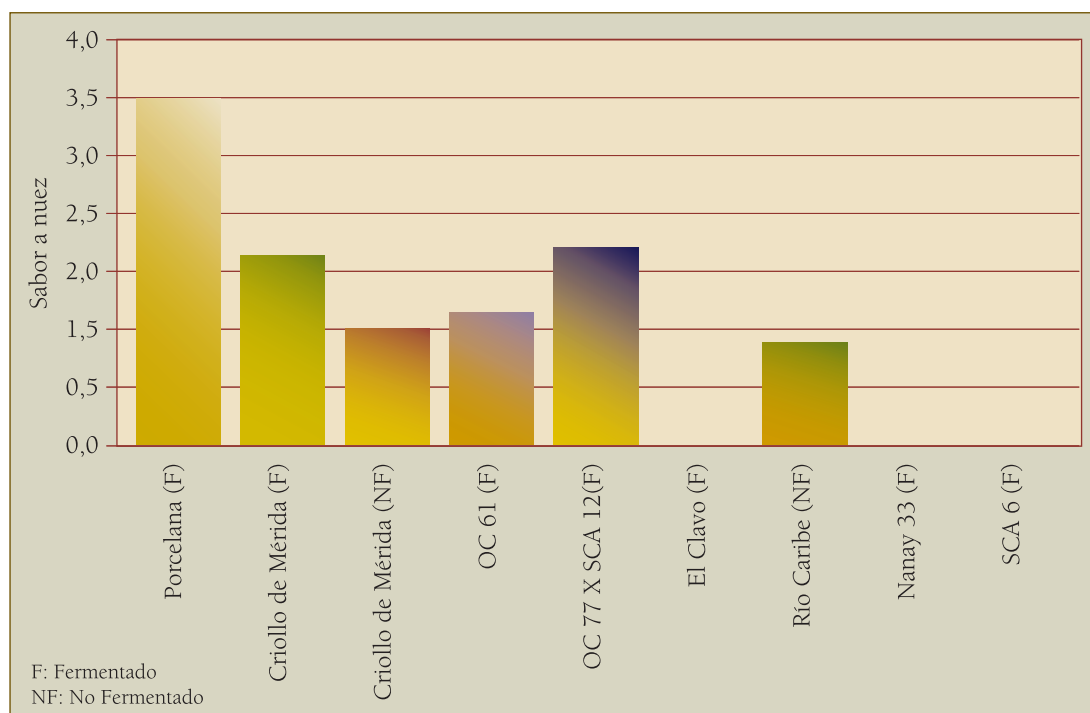
La baja fragancia se presenta en los Amelonados y Forasteros de Tucupita (Figura 83).

### **Olor a fruto maduro**

Se manifiesta por sabores similares al de frutas como uva, dátiles, cerezas. Alta intensidad de olor lo presentan los Scavina 6 y 12 y el cacao Arriba de Ecuador (Figura 84).

## CAPÍTULO X

FIGURA 87.  
INTENSIDAD DE GUSTO A NUEZ  
EN NUEVE TIPOS DIFERENTES  
DE CACAO



### Viscosidad

Es un efecto físico que se siente en el paladar. Alta intensidad de viscosidad la presentan los Porcelanas y Criollos de Mérida bien fermentados (Figura 85).

### Retención en el paladar (mouth-feel)

Se refiere a la intensidad de permanencia en el paladar de la sensación de gusto después de ingerir el chocolate.

### Sabor a moho

Proviene de almendras que han sido infectadas por hongos o que han pasado largo tiempo almacenadas, perdiendo sus características originales.

### Gusto de especias

Presencia de un gusto muy particular, similar a especias como canela, coriandre, nuez moscada, pimienta dulce, muy exclusivo de los tipos de cacao Criollos (Figura 86).

### Sabor a nuez

Presencia de un sabor muy particular, similar a la nuez, muy característico de los tipos Criollos y Trinitarios (Figura 87).

## CLASIFICACIÓN DE CALIDADES DEL CACAO PARA LA EXPORTACIÓN

Desde el punto de vista de la calidad comercial, existe una clasificación comercial internacional presentada en el Cuadro 27.

En Venezuela existen regiones donde no se aplica cabalmente la tecnología del beneficio o curado del grano, sometiéndolo simplemente a lo que se llama el apilado del cacao, el cual consiste en formar montones con el cacao en baba, cu-

brirlo con hojas de musáceas y a los dos días, después que la masa ha drenado buena parte del líquido que contiene, extenderlo sobre el patio de secado, hasta que pierda el resto de la humedad. El producto resultante, parcialmente fermentado, resulta sin embargo con una calidad aceptable en el mercado, dada las condiciones intrínsecas de calidad de los cacaos cultivados, de tipos Criollos y Trinitarios. Así, se produce el llamado cacao Río Caribe natural, el Porcelana y algunos Criollos de Mérida. Es de hacer notar que si se aplicase adecuadamente la fermentación y el secado de estos granos, su calidad sería excelente y obtendría precios muy superiores a los que se logran actualmente.

CUADRO 27. CLASIFICACIÓN COMERCIAL INTERNACIONAL DE TIPOS DE CACAO

| Tipo                     | Países productores                                     | Característica  | Usos                              | Regiones que se destacan por su calidad        |
|--------------------------|--|---|-----------------------------------|--|
| Amelonado (Bulk Cocoa)   | Brasil, Costa de Marfil<br>Ghana Indonesia,<br>Malasia | Sabor fuerte<br>Amargo y astringente  | Producción de chocolate con leche | Ghana  |
| Criollos (Flavour cocoa) | Venezuela  | Almendras blancas con ligero sabor  | Chocolates muy finos              | Venezuela                                      |
| Trinitarios              | Venezuela, Trinidad,<br>Grenada                        | Acentuado gusto a chocolates y afrutado (uva, ciruela, durazno) con un amargo marcado   | Chocolates finos                  | Carenero Superior y Río Caribe<br>Venezuela    |
| Cacao Arriba             | Oriente Ecuatoriano                                    | Alta producción de semillas de color morado oscuro<br>Sabor y aroma finos muy fragantes, presentando gustos a coriandro y rosa. | Chocolates finos                  | Valle de los Ríos Napo y Pastaza ecuatorianos. |

#### CÓMO DETERMINAR LA CALIDAD DE UNA MUESTRA DE CACAO

Se realizan comercialmente a través de métodos subjetivos basados en dos muestras, que son: a) prueba de corte, b) prueba de degustación.

#### Muestreo

Como el cacao es generalmente producido por pequeños productores, los lotes corresponden a una mezcla de una gran cantidad de lotes que han sido cosechados, fermentados y secados individualmente bajo normas completamente diferentes. Por ello, las muestras deben tomarse en 30% de los lotes, es decir, en un saco de cada tres y en cada saco la herramienta utilizada para el muestreo debe hundirse en la parte superior, en la central y en la inferior. La muestra debe constar de un mínimo de 300 almendras por tonelada o fracción de la misma.

### **Determinación del contenido de agua**

De acuerdo con lo establecido por la FAO, se entiende por “agua” de las almendras de cacao, la pérdida de peso de las almendras que han sido trituradas y colocadas al calor en una estufa, a la temperatura de 103°C, durante 16 horas. Este contenido de agua se expresa en porcentaje, sabiendo de antemano que la muestra del laboratorio debe constar de diez almendras.

El método antes descrito deberá servir como único método de referencia para graduar los medidores de lectura rápida que quieran utilizar en la práctica.

En el mercado existen numerosos tipos de aparatos que determinan una lectura rápida y práctica de la humedad. Algunos de ellos miden la constante dieléctrica de la muestra introducida en el aparato.

En otros casos, los electrodos introducidos en una masa de cacao permiten medir la conductividad, de allí, que deben tomarse las precauciones en función de las condiciones bajo las cuales se empleen, ya sea a campo abierto o en depósitos cerrados. Las lecturas pueden variar según la altura de la pila donde se tome la muestra.

### **Prueba de corte**

Se lleva a cabo con 300 almendras de la muestra tomada. Para ello se utilizan unas tablas especiales, que constan de espacios cóncavos donde fácilmente cabe una almendra por cada concavidad, luego se corta cada almendra longitudinalmente y se coloca una mitad en cada espacio y se examina cada una de ellas cuidadosamente a la luz del día o con una luz artificial equivalente.

Las almendras defectuosas, es decir, aquellas enmohecidas, pizarrosas, apolladas, germinadas o con cualquier defecto, se cuentan por separado. Las que poseen a la vez varios defectos sólo son contadas por el defecto más grave y los defectos se clasifican por orden decreciente en las siguientes categorías: almendras enmohecidas, almendras pizarrosas, almendras afectadas por insectos y finalmente almendras presentando otros defectos.

### **Degustación**

No se realiza en las transacciones comerciales para apreciar la calidad del cacao. Ello implica una transformación del cacao, que al menos debe sufrir la torefacción necesaria que permita la exhalación del aroma.

Para los industriales que utilizan el cacao como materia prima, las pruebas de degustación son indispensables y tienen como objetivo lo siguiente:

- Controlar el olor y sabor de lo que están adquiriendo como materia prima para verificar si corresponde a la muestra.
- Establecer el modelo de la mercancía adquirida.

La degustación la mayoría de las veces se realiza utilizando una masa de cacao proveniente de almendras ya trituradas, liberadas de los tegumentos y gérmenes. La masa de cacao entonces podrá usarse en forma líquida, en suspensión acuosa.

**NORMAS DE CLASIFICACIÓN DEL CACAO POR CALIDADES**

Existen diferentes normativas, que definen muy claramente cuáles deben ser las características que debe llenar el cacao para su debida comercialización.

**Proyecto elaborado por la FAO**

Prevé que para ser de buena calidad comercial, el cacao debe estar fermentado, haber sido secado de manera uniforme, su contenido de humedad no debe sobrepasar 8%, no contener almendras con olor a humo u otros olores o sabores ajenos, no llevar ninguna traza de adulteración.

El cacao debe clasificarse según el número de almendras defectuosas reveladas por la prueba de corte, siendo las tolerancias siguientes:

A. enmohecida. A. pizarrosa. A. con defecto,

Atacada por insectos, germinadas.

|            |    |    |    |
|------------|----|----|----|
| 1ª calidad | 3% | 3% | 3% |
|------------|----|----|----|

|            |    |    |    |
|------------|----|----|----|
| 2ª calidad | 4% | 8% | 6% |
|------------|----|----|----|

Cuando una almendra presenta a la vez varios defectos, se clasifica en la categoría más desfavorable, y el enmohecimiento es considerado como el mayor defecto.

Todo cacao que no alcanza las normas de la 2ª calidad debe considerársele como sin clasificación.

**Normas establecidas en el contrato-tipo en vigor en el mercado del cacao en Londres**

Este Contrato de Londres, que además rige siempre el conjunto de las transacciones comerciales efectuadas en los mercados europeos, prevé tres calidades:

**Máximo nivel de defecto**

|                        |                 |      |                 |
|------------------------|-----------------|------|-----------------|
| Good fermented.        | Fair fermented. | Fair | average quality |
| Almendras pizarrosas.  | 5%              | 10%  | sin limitación  |
| Almendras defectuosas. | 5%              | 10%  | 12%             |

**Normas de clasificación del cacao destinado a la exportación adoptada por Brasil**

Vigentes a partir de noviembre de 1968, expresan las siguientes condiciones: las almendras deben estar fermentadas, secadas, con un contenido de humedad inferior a 8%, un aroma natural sin ninguna contaminación por humo u otros olores extraños, admitiendo las siguientes tolerancias máximas para almendras defectuosas.

|                            |                |                           |                       |
|----------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>Tipo I (superior)</b>   | <b>Tipo II</b> | <b>(justamente bueno)</b> | <b>Fuera de Norma</b> |
| A. pizarrosa.              | 2%             | 4%                        | 8%                    |
| A. enmohecidas.            | 2%             | 4%                        | 8%                    |
| A. atacada/insecto.        | 2%             | 4%                        | 5%                    |
| A. germinada o defectuosa. | 2%             | 4%                        | 10%                   |

En Venezuela el cacao que se exporta debe cumplir con las condiciones sa-

nitarias indispensables y reunir las características que, en materia de calidad, se exigen internacionalmente. El Estado venezolano publicó en la Gaceta Oficial N° 34724 de fecha de 28 de mayo de 1991, las especificaciones necesarias para que el cacao venezolano se sujete a las regulaciones establecidas en convenios internacionales y mantengan las clasificaciones del grano por calidad.

Las definiciones de los tipos de cacao para las exportaciones se establecen de la siguiente manera:

- **Cacao extrafino:** es producido por las variedades de árboles denominados Criollos, formado por almendras bien fermentadas, de tamaño uniforme, de sección transversal casi circular, completamente secas, libres de materiales y olores extraños y de cualquier otro signo de adulteración.

- **Cacao fino de primera:** es aquel cacao de categoría distinta al Criollo fermentado, formado por almendras completamente secas, libres de olores extraños y de cualquier signo de adulteración.

- **Cacao fino de segunda:** es aquel cacao no fermentado, formado por almendras completamente secas, libres de olores extraños y de cualquier otro signo de adulteración.

Cada una de las anteriores clasificaciones debe cumplir con las características que se especifican en el Cuadro 28. Para la debida interpretación de los términos que caracterizan al cacao para la exportación se establecen las siguientes definiciones:

- **Grano mohoso:** al que se le observa moho a simple vista en sus partes internas.

- **Grano germinado:** aquel cuya cáscara ha sido atravesada, hundida o quebrada por el germen de la semilla.

- **Granos partidos o quebrados:** al que le falta un fragmento menor de la mitad.

- **Grano aplastado:** aquel de cotiledones demasiados delgados para cortarlos.

- **Granos dañados por insectos:** al que sus partes internas contienen insectos en cualquiera de sus etapas de desarrollo, que presenten señales visibles de daños ocasionados por ellos.

CUADRO 28. BASES PARA LA CLASIFICACIÓN DE ALMENDRAS DE CACAO PARA EXPORTACIÓN

| <i>Categoría de Defectos</i>                                       | <i>Extrafinos</i> | <i>Finos de 1ª</i> | <i>Finos de 2ª</i> |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|
| Granos mohosos   | 2                 | 4                  | 8                  |
| Granos partidos, dañados por Insectos, planos, pizarrosos y negros | 2                 | 5                  | 10                 |



## BIBLIOGRAFÍA

ABREU, J.M et. al. 1989. **Manejo de pragas do cacaeiro**. Ylheus, BA, Brasil CEPLAC/CEPEC, 32 p.

ALLISON, H. W. S. 1991. **Mejoramiento de la calidad del cacao en el Ecuador**. Quito, Ecuador. INIAP, 28 p. (Boletín Divulgativo p. 67/2).

ALVIM, P. De T. 1958. **Estomatal opening as a practical indicator of moisture deficiency in cacao**. Conferencia Interamericana de Cacao (VII, Palmira, 1958). Proceedings.

ALVIM, P. De T. 1958. **A key to deficiency symptoms of cacao**. Third Cacao Course. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Turrialba, 1958. (Mimeo).

ALVIM, P. De T. 1966. **Factors affecting the flowering of the cocoa tree**. Cocoa Growers Bull. (London) 7:15-19.

ALVIM, P. De T. 1977. **Cacao**. En: *Ecophysiology of tropical crops*. P. De T. Alvim y T. T. Kozlowsky (Editors). New York, Academic Press, pp. 279-314.

ASHA RAM. 1988. **Perdido el 80% de la producción de cacao**. *La República*. San José de Costa Rica.

ARCILA F, E. 1973. **Economía colonial de Venezuela**. Caracas, Ed. Halográfica.

ARIKIAT, A. 1994. **Experiments to determine the influence of primary processing parameters and planting material on the flavour of cocoa beans in Malasia**. *Cocoa Growers Bulletin*. London, England, N° 48.

ARIKIAT, A.; TAN Y. P. y CLAPPERTON, J. E; 1991. **Commercial escales processing trials**. Proc. of the International cocoa conference. Challenge in the 90's. Kuala Lumpur. 1991.

BARTLETT, A.W. (1905). **Report by the Government Botanist on the various diseases of the cacao plant in British Guiana**. Br. Guiana official Gazette 22, 230-33.

BARTLEY, B.G. (1977). **The status of genetic resistanse in cacao to *Crinipellis pernicios* Stahel & Singer**. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Cocoa Research Conference, Caracas, Venezuela, November 1977, pp. 57-69.

BRAVO, E. y HEDGER, J. 1988. **The effect of ecological disturbance on competition between *Crinipellis pernicios* and other tropical fungi**. Proceedings of the Royal Society of Edimburgh. Bull. 94. 159.166.

## BIBLIOGRAFÍA

BRASIER, C. M. y GRIFFIN, M.J. 1979. **Taxonomy of *Phytophthora palmivora* in cocoa**. Transactions of the British Mycological Society 72 (1): 111-143.

BRASIER, C.M. y GRIFFIN, M.J. 1979. **Taxonomy of *Phytophthora palmivora* on cacao**. Tans. Brit. Mycol. Soc. 72, 1: 11-13.

BRAUDEAU, J. 1970. **El Cacao**. Barcelona, España. Ed. Blume. 297 p. (Colección Agricultura Tropical).

BRUNT, A.A y WHARTON, A.L. 1961. **A gall disease of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ghana**. Commonwealth Mycological Conference London, 1960. New England.

BASTOS, C. 1979. **Hiperparasitismo do fungo *Dactylium* sp a *Crinipellis pernicios* (Stahel) Singer en Vassoura de Bruxa do cacaeiro**. Revista *Theobroma* Brasil, 9:197-200.

BASTOS, C y FIGUEREIDO, J.M. 1983. **Efeitos do filtrado de *Cladobotryum amazonense* Bastos, Evans e Samson sobre duas especies de *Phytophthora* isolados do cacaeiro**. Revista *Theobroma* 13(2): 113-117. Centro de Pesquisas do cacao. Ylheus, Bahía, Brasil.

BASTOS, C. 1984. **Efeito de filtrado de cultura de *Cladobotryum amazonense*, sobre *Crinipellis pernicios* Stahel & Singer e outros patogenos**. Revista *Theobroma* 14 (4:263-269) Ilheus Brasil.

BASTOS, C. 1988. **Resultados preliminares sobre la eficacia de *Trichoderma viride* no controle da vassoura de Bruxa (*Crinipellis pernicios*) de Cacaueiro**. Fitopatol. Bras (13): 340-343.

CALAVID, S. 1995. ***Rosellinia* in cocoa**. *Cocoa Growers Bulletin* N° 49 pp. 52-59.

CAMPELO, A. M. F. L. 1980. **Species of *Phytophthora palmivora* from cocoa growing areas of Brasil**. In American Meeting of *Phytophthora palmivora* on Cocoa Revista *Theobromae*. 10 (3): 141-147. Brasil.

CAMPELO A.M.F. L. y Luz E.D.M.N. 1981. **Etiología de la pudrición parda del cacaotero en los estados de Bahía y Espírito Santo, Brasil**. VIII Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, Cartagena Colombia.

CAPRILES de REYES, L. y REYES, H. 1968. **Contenido de polifenoles en dos variedades de *Theobroma cacao* L. y su relación con la resistencia a *Ceratocystis fimbriata***. Agronomía Tropical Vol. XVIII. N° 3 p 339-395.

## BIBLIOGRAFÍA

CAPRILES de REYES, L. y REYES, H. 1969. **Obtención de cultivares de cacao resistentes al hongo *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halsted.** III Conferencia Internacional sobre investigación de cacao. Ghana.

CAPRILES de REYES, L. y REYES, H. 1972. **Situación fitosanitaria del área cacaotera de la Victoria de Apure.** I Jornadas Nacionales de cacao. Caucaagua-Venezuela.

CAPRILES de REYES, L.; REYES, Humberto y ESCOBAR, F. 1972. **Etiología de una nueva enfermedad del fruto de cacao en Venezuela.** IV Conferencia Internacional sobre Investigación del cacao. St. Agustine, Trinidad.

CAPRILES de REYES, L. y REYES, Humberto. 1973. **Recientes estudios llevados a cabo en Venezuela en torno a la enfermedad de Escoba de Bruja del Cacao.** Reunión Internacional sobre Enfermedades del Cacao, Guayaquil. Ecuador.

CAPRILES de REYES, Lilian. 1975. **Situación fitosanitaria del cultivo cacao en Venezuela.** Mesa Redonda Internacional sobre enfermedades del cacao. Itabuna. Bahía, Brasil.

CAPRILES de REYES, L. y REYES, H. 1976. **El género *Phytophthora* en el cultivo del cacao. (*Theobroma cacao* L) en Venezuela.** VIII Jornadas Agronómicas Cagua. p. 9.

CAPRILES de REYES, Lilian. 1976. **Especies de *Phytophthora* aisladas del cultivo cacao en Venezuela.** Taller sobre *Phytophthora* en cacao. Rothamsted, Experimental Station Londres, Inglaterra.

CAPRILES de REYES, L.; SOLÓRZANO y GARCÍA, F. 1977 **Acción del Actidione (ciclohexamida) sobre las Agallas de cacao.** VI Conferencia Internacional de investigaciones en Cacao. Caracas, Venezuela.

CAPRILES de REYES, Lilian. 1976. **Enfermedades del cacao en Venezuela.** Caracas, Fondo Nacional del Cacao. 79 p.

CAPRILES de REYES, Lilian. 1977. **Resistencia de cultivares de cacao a *Ceratocystis fimbriata*.** Proc. 6th. Int. Cocoa Res. Conf. Caracas, Venezuela. 70-86.

CAPRILES de REYES, L. y ROJAS E. 1977. **Comportamiento de cultivares de cacao al ataque de Escoba de Brujas *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer.** Publicaciones Científicas N° 2. Estación Experimental Caucaagua, Venezuela. 18 p.

CAPRILES de REYES, Lilian. 1978. **Problemática de las Enfermedades del cacao en Venezuela.** Comité Internacional sobre Enfermedades del Cacao. Manaus, Brasil.

## BIBLIOGRAFÍA

CAPRILES de REYES, L.; REYES, H.; MOLINA, C. y SORNES, H. 1979. **Situación actual y potencial del cultivo cacao**. Caucagua, Estación Experimental de Caucagua. Ceniap/Fonaiap, 81 p. (Mimeo).

CAPRILES de REYES, L. y MIJARES, J. 1980. **Reacción fisiológica de tejidos de planta de cacao a la inoculación del hongo *Ceratocystis fimbriata* Ell & Halsted**. Estación Experimental Caucagua. VI Congreso Venezolano de Botánica, Maracay, Venezuela.

CAPRILES de REYES, L y MARIN, C. 1981. **Precauciones en el uso de Ridomil en el cultivo cacao**. VIII Conferencia Internacional de Investigación de Cacao. Cartagena, Colombia.

CAPRILES de REYES, L y MARIN, C. 1981. **Un método de evaluación de antiesporulantes a *Moniliophthora roreri* (Cif y Parr) Evans**. VIII Conferencia Internacional de Investigación en cacao. Cartagena Colombia. pp. 129-131.

CAPRILES de REYES, L y PALACIOS, C. 1984. **Capacidad de esporulación de escobas vegetativas de cacao de diferentes áreas de Venezuela bajo condiciones controladas**. Estación Experimental Caucagua. Reunión sobre avances técnicos del cultivo de cacao en Carúpano, estado Sucre, Venezuela. 8 p.

CAPRILES de REYES, L. 1984. **Evaluación de la eficacia del Oxicarboxin en sus dos formulaciones Plantvax-75 y Plantvax 5 G en el control de la Escoba de Brujas del cacao, *Crinipellis pernicioso* Stahel, Singer**. Informe presentado a Uniroyal, 16 p.

CAPRILES de REYES L y PALACIOS, C. 1984. **Acción de biocidas antiesporulantes a *Crinipellis pernicioso* Stahel & Singer afectando tejidos de cacao. Estación Experimental Caucagua**. Reunión sobre avances técnicos del cultivo Cacao en Carúpano, 6 p.

CAPRILES de REYES, L. 1986. **Evaluación fitosanitaria del cultivo cacao en áreas de producción de los Estados Miranda, Sucre y Monagas**. Informe presentado a la Empresa JanSchoemaker B.U de Holanda, 40 p.

CAPRILES de REYES, L. 1986. **Evaluación de funguicidas para el control de enfermedades en el cultivo de cacao en Venezuela**. Informe presentado a BASF, Alemania, 76 p.

CAPRILES de REYES, L. 1986. **Supervisión fitosanitaria en áreas cacaoteras del Occidente del país**. Informe presentado al Fondo Nacional del Cacao, 16 p.

## BIBLIOGRAFÍA

CAPRILES de REYES, L y BARTHOMIER, A. 1988. **Inspección fitopatológica del área cacaotera de San Bonifacio**. Estado Sucre. Sin publicar.

CAPRILES de REYES, L.; ESCOBAR, E.; MONZÓN, E.; ARAQUE; MENA y HERNÁNDEZ. 1997. **Reconocimiento de la Moniliasis en una plantación cacaotera de Pedraza, estado Barinas**. Informe presentado a Palmacao.

CAPRILES de REYES, L.; HURTADO, P. y Funcionarios Fonaiap/Fundacite, Sucre. 1999. **Evaluación fitosanitaria de áreas cacaoteras del estado Sucre**. Informe presentado a Fundacite, Sucre, 12 p.

CAPRILES de REYES, L y RAMOS, G. 1999. **Confirmación de la presencia de *Ceratocystis fimbriata* en muestras de cacao muertas en la localidad de Hernández**. Estado Mérida .

CASTAÑOS, O. 1986. **Manejo de problemas entomológicos en el cultivo del cacao**. Agronomía. Segunda época. Vol I, N° 1, pp. 15-18.

CHEE, K.H. 1969. **Host of *Phytophthora palmivora***. Rev. appl. Mycol. 48, 337-44.

CHEESMAN, E.E. 1944. **Notes on the nomenclature, clasification and possible relationships of cacao populations**. Trop. Agriculture (Trinidad). 21 (8): 144-159.

CHRISTOFEEL, H. 1954. **Informe presentado a la Dirección de Café y Cacao**, Ministerio de Agricultura y Cría (s.n.e).

CIFERRI y PARODI. 1933. **Descrizione del fungo che cause la Moniliasis del cacao**. Phytopathl. Z6, 539.42.

CLAPPERTON, J.F. 1991. **The effect of cocoa genotype on flavour**. Cocoa International Cocoa Conference (XX, Kuala Lumpur, Malasia. 1991).

CLAPPERTON, J.F. 1992. **Assesment of cocoa flavour and fat content. International Workshop on conservation, characterization and utilization of cocoa genetic resources**. Georgetown, Trinidad, sept. 13<sup>th</sup>-17<sup>th</sup>.

CLAPPERTON, J.F.; YOW, S.; CHAN, J.; LIM, D.; LOCKWOOD, R.; ROMANCZYK, L. y HAMMERSTONE, J. 1994. **The contribution of genotype to cocoa flavour**. Tropical Agriculture (Trinidad) 71 (4): 303-307

COMPAÑIA NACIONAL DE CHOCOLATES, S.A. 1991. **Manual para el cultivo del cacao** (3ª ed.). Colombia, 140 p.

## BIBLIOGRAFÍA

COMPAÑIA NACIONAL DE CHOCOLATES, S.A. 1988. **Manual del cultivo cacao**. Edinalco, Ltda. Colombia.

COPE, F. W. 1962. **The mechanisms of incompatibility**. *Heredity*, 17 (2): 77

CORDOVA, V.; REYES, H.; CLEMENTE, C. y GARCÍA, F. 1981. **Muestreo e interpretación de los análisis en suelos cacaoteros**. Carúpano, Fondo Nacional del Cacao, 31 p.

CRUZ, da P.F.N. (1983) **Ocurrencia e avaliacao de danos causados por roedores pragas do cacaueiro na Bahía, Brasil**. *Revista Theobroma* Vol. 13 N° 1.

CUATRECASAS, J. 1964. **Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobromae***. Washington, D.C., Smithsonian Institution, 614 p.

DELACROIX. 1905. **Champignons parasites des plantes cultivées dans les régions chaudes**, *Bull Soc. mycol. Fr.* 21,192-204.

DE PONS, ER.J. 1806. **Voyage a la partie orientale de la Terre-Ferme, dans l'Amerique Méridionale, fait pendant les années 1802, 1802, 1803 et 1804**. Vol. 2, pp. 1-469. Paris, Buisson.

DESROISIERS y BUCHWALD, A. 1949. **Report of a trip to the Napo River** (December 1949). Annex to ann. Rep. Estación exp. Trop. Agrícola, Hacienda Pichilingue, pp. I-II.

EVANS, H. y FENNAH, R.G. 1953. **Investigations on the mineral nutrition of cacao**. En: *A report on cacao research 1945-1951*. St. Augustine, Trinidad. Imperial College of Tropical Agriculture, 132 p.

EVANS, H.C, 1976. **Final report in Estacion Experimental Tropical Pichilingue**, Ecuador.

EVANS, H.C, 1977. **Informe presentado en mesa redonda sobre enfermedades de cacao**. Pichilingue, Ecuador.

EVANS, H.C 1978. **Witches broom diseases of cocoa (*Crinipellis pernicios*) in Ecuador**. I *The Fungus Annals of Applied Biology*. 89:185-192.

EVANS, H. C.; STALPERS, J. A.; SAMSON, R.A. y BENNY, G.L. 1978. **On the taxonomy of *Monilia roleri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* (Cacao)**. *Can. J. Bot.*, 56(20): 2528-2532.

## BIBLIOGRAFÍA

- EVANS, H.C. 1980. **Pleomorphism in *Crinipellis pernicios*, the causal agent of Witches Broom diseases of cocoa** Transaction of the British Mycological Society. 74:515-523.
- EVANS, H.C. 1981. **Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora roreri***. Phytopathological papers. N° 24, 44 pp. Commonwealth Mycol. Institute. Kew Surrey. UK.
- EVANS, H.C. 1981. **Witches broom disease a case study**. Cocoa Growers Bulletin N° 32, 5-19.
- FRANCESCHI, J.D. 1998. **Comunicación personal**.
- FIGUEREIDO, J.M y MEDEIROS, A.G. 1977. **Algunos hongos antagonicos a *Phytophthora palmivora* (Bult). Bult. En plantações du cacau**. VI Conferencia Internacional de Pesquisas sobre Cacau. Caracas. Venezuela.
- GARCES, C.O. 1940. **Enfermedades del cacao en Colombia**. República de Colombia Ministerio de la Economía Nacional; Imprenta Nacional, Bogota.
- GONZALES, J.A. 1965. **Prueba de fungicidas para el control de la Moniliasis en cacao Porcelana**. Proceeding of the American Society for Horticultural Science Caribbean Region. 9: 160-164.
- GRASSI, C. 1968. **Estimación de usos consultivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos**. Mérida, Centro Internacional de Desarrollo de Aguas y Tierras. Documento N° 53, 96 p.
- GRIFFIN, M.V. 1977. **Cocoa Phytophthora Work Shop Rothamsted Experimental Station**, England. PANS 23:107-110.
- GORENZ, A.M. 1960. **Transmission of the cushions gall disease of cocoa**. VIII Conferencia Interamericana de Cacao. Puerto España, Trinidad, pp. 249-254.
- GUEVARA, J.R. 1985. **Informe de la situación fitosanitaria del cacao en el estado Barinas**. Fondo Nacional del Cacao. Venezuela.
- HALL, C.J.J.; VAN. 1932. **Cacao**. 2nd Ed. Mac Millan and Co. London.
- HERNÁNDEZ, A.; PALMA, M. y RON PEDRIQUE. 1958. **Presencia de la "Chinche" o "Mosquilla" (*Monalonium dissimulatum dist*) en Venezuela y su control**. VII Conferencia Interamericana de Cacao. Palmira, Colombia.
- HANSEN A. J. 1963. **The role of *Fusarium decemcelullulare* and *Fusarium***

## BIBLIOGRAFÍA

**roseum in the greenpoint cushion gall complex of cacao.** *Turrialba*, 13 (2), 80, Turrialba. Costa Rica.

HANSEN, A.J. y REYES, L. 1963. **Agalla de puntos verdes en el cacao de Venezuela y Costa Rica.** *Turrialba*, 13, (2), 128. Turrialba. Costa Rica.

HARDY, F. 1961. **Cacao Manual.** Costa Rica, IICA-Turrialba. 395 p.

HERNÁNDEZ, A. 1968. **El cacao.** *Revista Agronomía* N° 9. Julio-Agosto, pp. 8-28. Venezuela.

HISTORICUS 1869. **Cocoa: all about it.** London: Sampson Low, 99 p.

HUTCHEON, W.V. y SMITH. 1973. **Effect of irrigation on the yield and physiological behavior of mature amelonado cocoa in Ghana.** *Tropic. Dyrie. Trin.* 50, 261.

HUTCHINS, L.M. 1958. **Current survey for cushion gall.** VII Conferencia Interamericana de Cacao. Turrialba, Costa Rica, pp. 1-9.

HUTCHINS, L.M. 1959. **Transmission of cushion gall of cacao by means of tissue transplation comun.** VII Conferencia Interamericana de Cacao. Turrialba, Costa Rica, pp. 1-6.

INCOPEL. News Letter. N° 2. 1998. **Progress in biological control of witches broom in Bahía, Brasil.**

INCOPEL. News Letter. N° 2. 1998. **State of knowledge on Mass Production of genetically improved propagules of cocoa.**

JACOB, J. y VON UEXKÜLL, H. 1960. **Fertilizer use.** Hannover, Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH, 508 p. y anexos.

JAFFE, K., TABLANTE, P.A y SANCHEZ P. 1986. **Ecologia de Formicidae en plantaciones de cacao en Barlovento Venezuela.** *Revista Theobroma*, Brasil 16 (4):189-197.

KELLAN, M.K. y ZENTMYER, G.A. 1981 **Isolation of *Phytophthora citrophthora* from cacao in Brasil.** *Phytopathology* 71: 230.

KELLAN, M.R. y ZENTMYER, G.A. 1986. **Morphological, physiological and pathological comparison of *Phytophthora* species isolated from *Theobroma cacao*.** *Phytopathology*. 76: 159-164.

## BIBLIOGRAFÍA

- KHAN MIR N.; PATTERSON; GORDON y MATLICK, B.K. 1985. **Efectos del riego suplementario suministrado de riego de goteo sobre el rendimiento del cacao**. X Conferencia Internacional sobre Investigación de Cacao. Santo Domingo.
- KEVORKIAN. A.G. 1951. **The Cushion gall disease of cacao**. *Phytopat.* 41,562.
- KNIGHT, R. y ROGERS, H. 1955. **Incompatibility in *Theobroma cacao***. *Heredity* 9.
- LANAUD, C. 1987. **Nouvelle donnés sur la biologie du cacaoyer (*Theobroma cacao L.*) diversité des populations, system d'incompatibilité, haploides spontanés. Leurs consequences pour l'amelioration génétique de cette specie**. Doctorat d'état. Paris XI.
- LAWRENCE, J.S. 1978. **Evaluations of methods for assessing resistance of cacao (*Theobroma cacao L*) cultivars and hybrids to *Phytophthora palmivora* (Butl)**. Ilheus Ba, Brasil. CEPLAC/CEPEC Boletín técnico N° 62, 47 p.
- LEMME, G. 1955. **Influence of water content and shade on water economy and photosynthesis of cocoa tree**. *LAgronomie Tropicale* 10, 592.
- LLANO GOMEZ, H. 1947. **Cultivo del cacao**. Bogotá, Col. Ministerio de la Economía Nacional, 145 p.
- LOPEZ, A. 1986. **Chemical changes occurring during the processing of cacao**. Cacao biotechnology Symposium. Deo of food Science. College of Agriculture the Pennsylvania State University. U.S.A.
- LOZANO, TREVINO y ROMERO COVA. 1984, **Estudio taxonómico de aislamiento de *Phytophthora* patógeno de cacao**. *Agrociencia*, México 56:175-182.
- LUCKWILL, L.C. 1977. **The meadow orchard: a new concept in high density planting**. Long Ashton, England, University of Bristol.
- LUZ, E.D.M.N. 1989. **The roles of five species of *Phytophthora* in infections and disease of root, stems, and pods of *Theobroma cacao***. Gainesville, University of Florida, Ph.D. Tesis.
- LUZ, E.D.M.N.; SILVA S.D.V.M. y MITCHELL D.J. 1989. ***Phytophthora heveae*: Outra especie causando podridao parda do cacaueiro na Bahia**. *Fitopatologia Brasileira*, 14(2): 160.

## BIBLIOGRAFÍA

LUZ, E.D.M.N. 1997. **Comunicación personal.**

LUZ, E.D.M.N.; SILVA, S.D.V.M.; YAMADA, M.M; LOPEZ, U.V.; BRAGA, M.T.C. y BRUGNEROTTO, M.I.B. 1996. **Selections of cacao genotypes resistant to *Phytophthora capsici*, *P. palmivora* and *P. citrophthora* in Bahía, Brasil.** Fito-patol. Bras 21: 71-79.

MALAGUTI, G. 1952. ***Cerastostomella fimbriata* en el cacao de Venezuela.** Acta Científica Venezolana. 3(3): 94-97 (2655).

MALAGUTI, G. 1953. **La escoba de brujas en varios árboles en Venezuela.** Agronomía Tropical II (4):261-265.

MALAGUTI, G. 1956. **La necrosis de tronco de cacao en Venezuela.** Agronomía Tropical Venezuela. 5 ( 4 ) : 207- 226.

MALAGUTI, G. 1958. **Primeras observaciones sobre la Buba o Agallas del Cacao en Venezuela.** Agronomía Tropical, 8(3): 115-120. Venezuela.

MALAGUTI, G y CAPRILES DE REYES, L. 1963. **Ulteriores observaciones sobre la agalla del cacao.** IV Jornadas Agronómicas. Boconó-Venezuela, 7p.

MALAVÉ MATA, H. 1980. **Formación histórica del antidesarrollo de Venezuela.** Bogotá, Col. Gráficas Modernas, 42 p.

MERMET, G. 1989. **Cacao: influence des parametres de torrefaction sur la consommation de precurseurs d'arome et la formation de quelques composés volatils.** Theses doctorat, Montpellier, Montpellier II. 105 p. y anexos.

MEZA. 1973. **Efecto del Benlate y Cupravit sobre el combate de Moniliasis y Mancha de agua del cacao.** Revista de la Facultad del Agronomía, Universidad del Zulia. Venezuela. 2(3): 87-94.

MOHR, E.C. y VAN BAREN, F 1959. **Tropical soils.** The Hague. N.V. Uitgeverij Van Hoeve. 498 p.

MOTAMAYOR, J.C. 1995. **Estudio de la variabilidad genética de los caeos criollos de Venezuela (*T. cacao L*) mediante el uso de marcadores moleculares del tipo R.F.L.P.** Tesis de grado. FAGRO-UCV Maracay.

MUJICA J.J. 1991. **Estrategia tecnológica para recuperar, conservar y propagar materiales deseables de cacao.** Guía metodológica. San Vicente de Chururí, Colombia.

## BIBLIOGRAFÍA

- MULLER, A. S. 1941. **El reconocimiento de las enfermedades de las plantas cultivadas en Venezuela**, 1937-1941. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. 8(48): 99-113.
- NARVÁEZ, Z. 1995. **Grupo de insectos en flores de cacao (*Sterculiaceae*) en Chuao, estado Aragua**. Agrotropica, Vol 7, N°3.
- OLAVARRIAGA, Pedro J. De. 1981. **Instrucción general y particular del estado presente de la Provincia de Venezuela en los años de 1720 y 1721**. Caracas, Fundación Cadafe, 216 p.
- ORCHARD, J.E y SALTOS, R. 1985. **The growth and watre status of cacao during its first year of establishment under different methods of soil watre management**. X Conferencia Internacional sobre Investigación en Cacao. Santo Domingo.
- ORELLANA, R.C. 1955. **Cacao diseases in México**, Nicaragua, Costa Rica and Jamaica. Pl. Prot. Bull. FA.O. 4,35-7.
- ORTEGA, M. A. 1992 **La esclavitud en el contexto agropecuario colonial. Siglo XVIII**. Caracas, Ed. Apicum. 110 p.
- OSORIO, A. 1966. **La Economía del cacao en Venezuela**. *Revista Shell*. 8 (34:13-19)
- PALMA, M. 1946. **Selecciones de cacao en Venezuela**. *El Agricultor Venezolano* (Caracas, Ven). Ministerio de Agricultura y Cría 11 (115): 40-42.
- PALMA, M. 1953. **El cultivo del cacaotero en la Región Central**. *El Agricultor Venezolano* (Caracas, Ven). Ministerio de Agricultura y Cría. 18(196): 28-33.
- PIKE, E.E. 1933. **Vegetative propagation of cacao I-V**. 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> Annual Report on Cacao Research 1932. Trinidad.
- PATOUILLARD, N. y LAGERHEINZ, G. 1892. **Champignons de L'équater**, Bull Soc. Muc., France.
- PEREIRA, J.L. 1998. **Evolution of witches broom disease of cocoa: management, strategies applied in plantations, recherc, developpement**. Vol 5, N° 6, Special cacao, pp. 435-440. Nov-Dec 1998.
- PEREZ, Z.A.; REYES, H. y CAPRILES de REYES, L. 1972. **Programa de mejoramiento genético del cacao en Venezuela**. IV Conferencia Internacional sobre Investigación en Cacao. St. Agustine, Trinidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- PITTIER, H. 1930. **A propos des cacaoyers spontanés**. Rev. Int. Bot. Appl. Agric. Trop. 10:177-178.
- POSNETTE, A.F y PALMA, M. 1944. **Observaciones acerca del cacao de la Península de Paria** en *El Agricultor Venezolano*. 8 (99-100)
- POSNETTE, A.F 1981. **Intensive systems of fruit production and their relevance to cocoa**. Cartagena, Colombia. Conf. Internacional de Investigación en Cacao.
- POUND, F.J. 1932. **Criteria and methods of selection in cacao**. Second Annual Report Cacao Research 1932. Trinidad.
- PRANCE, G.T. 1982. **A review of the phytogeographic evidence for pleistocene climatic changes in the neotropics**. Annuals of the Missouri Botanical Garden (USA). 69: 954-624.
- PURDY, L.H. y SCHMIDH, R.A. 1996. **Status of cacao witches broom: biology, epidemiology and management**. Ann. Rev. Phytopatology 34: 573, 94.
- REYES, H. 1964. **El control de malezas en cacaotales**. Reunión de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas (XI, México, 1963) Proc. pp. 130-131
- REYES, H. 1970. **Las malezas en el cacaotero y su control**. Caucagua, Estación Experimental Caucagua, Centro de Investigaciones Agronómicas-MAC, 18 p. (Bol. Técnico N° 18).
- REYES, H.; REYES, L. y PALACIOS, C. 1977. **Insectos perforadores asociados a necrosis del tronco de cacao**. IX Jornadas Agronómicas, Maracay, Venezuela.
- REYES, H.; REYES, L.; MARTIN, J. y BRICEÑO, J. 1977. **Diferencias bioquímicas entre plantas de cacao resistentes y susceptibles a *Phytophthora megasperma***. VI Conferencia Internacional de Investigación en cacao. Caracas, Venezuela.
- REYES, H. 1983. **Poda y distanciamiento en el cultivo del cacao**. Informe anual del Instituto de Investigaciones Agronómicas. Fonaiap. Venezuela.
- REYES, H.; MORENO, A.; MORILLO, V.; PAGNINI, T. y ARISTIGUETA, C. 1992. **Catálogo de cultivares del cacao Criollo venezolano**. Maracay, Fonaiap/CAF. 219 p. (Serie Pub. Especiales N° 12).
- REYES, H. y CASTELLANOS, G. 1994. **Selecciones de cacao tipo Porcelana. Informe de Visita**. Maracay, Instituto de Investigaciones Agronómicas/Ceniap 8 p. + anexos. (Mimeo)

## BIBLIOGRAFÍA

- REYES, H. y MOLINA, C. 1996. **El fermentador Reymol huacal plástico: una solución para el beneficio del cacao para pequeños productores.** Caucagua, Proyecto Barlovento/Corpoindustria, Corpoindustria. 8 p. (Boletín técnico N° 1.)
- REYES, H. y REYES, S. 1990. **Informe de visita a la zona del Guasare presentado a Corpozulia,** 4 p. (n.p.)
- REYES, H.; C. de REYES, L.; CÓRDOVA, V.; FUENTES S.H.; NUÑEZ, A. y VIVAS, J. 1974. **Manual del cacao venezolano.** Caracas, MAC-DGSDA/Fonaiap. 35 p.
- REYES, H.; CAPRILES de R.; L., CASTELLANO, G.; MORENO, A. y SOLORZANO, G. 1991. **Mejoramiento de la producción, productividad y calidad del cacao en Venezuela.** Proyecto presentado a Fonaiap/Prodetec. 150 p. (mimeo).
- REYES, H.; CAPRILES de R. y L., MARTINSKY, J. 1981. **Hacia un control integral de malezas en cacaotales.** VIII Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Actas. Pp:45-48
- REYES, H.; CAPRILES de R., L. y PEREZ ZAMORA, A. 1963. **Día de campo 1.** Caucagua, Ministerio de Agricultura y Cría, Est. Exp. Caucagua. 43 p.
- REYES, H.; CAPRILES de R., L. y PEREZ ZAMORA, A. 1964. **Día de campo 2.** Caucagua, Ministerio de Agricultura y Cría, Est. Exp. Caucagua. 37 p.
- REYES, H.; CAPRILES de R., L.; PEREZ ZAMORA, A. y OJEDA O., E. 1965. **Día de campo 3.** Caucagua, Ministerio de Agricultura y Cría, Est. Exp. Caucagua. 52 p.
- REYES, H.; CAPRILES de REYES, L. y ESCOBAR, F. 1972. **Una nueva malformación del cacao (engurruñadera).** Conferencia Internacional sobre Investigación de cacao. St. Agustine, Trinidad.
- REYES, H.; CAPRILES de R., L.; PEREZ ZAMORA, A. y WAGNER, M. 1973. **Catálogo de cultivares de cacao.** Caucagua, MAC/Dirección de Investigación-Ceniap/Estación Experimental Caucagua.
- REYES, H.; CAPRILES de R., L. y ROJAS, E. 1978. **Efecto del distanciamiento de siembra sobre el comportamiento de plantas híbridas de cacao.** Caucagua, Est. Exp. Caucagua/Cenaiap/Fonaiap. 16 p. (Publicaciones científicas N° 2)
- REYES, H.; MOLINA, C. y ROJAS, E. 1981. **Ensayo comparativo de los sistemas Rohan, Caucagua y Caja plástica sobre la fermentación de almendras de cacao tipo criollo.** Trabajo presentado en las X Jornadas Agronómicas, San Cristóbal, noviembre 1981. Caucagua, MAC/Fonaiap/Ceniap, 10 p.

## BIBLIOGRAFÍA

REYES, H.; MOLINA, C. y ROJAS, E. 1981. **Ensayo comparativo de los sistemas Rohan, Caucagua y Caja plástica sobre la fermentación de almendras de cacao tipo forastero**. Trabajo presentado en las X Jornadas Agronómicas, San Cristóbal, noviembre 1981. Caucagua, MAC/Fonaiap/Ceniap, 10 p.

REYES, H.; PEREZ, O. y ROJAS, E. 1984. **El control de malezas en cacaotales. Uso de equipos de ultra bajo volumen**. XI Jornadas Agronómicas Maracaibo, Ven.

REYES, H.; ROJAS E. y ESPINOZA, J. 1984. **Nuevas directrices en el distanciamiento de plantas híbridas de cacao**. XI Jornadas Agronómicas Maracaibo, Ven.

REYES, H. y CAPRILES de REYES, L. 1993. **Acciones para la defensa del cultivo cacao en el área Occidental de Venezuela**. Presentado al Fondo Nacional de Cacao. 16 p.

RINCÓN, O. 1982. **Manual del cacaotero**. Bogotá, Col. Temas de orientación Agropecuaria. 122 p. (Serie TOA # 32).

RORER, J.B. 1911. **Algal Disease of Cacao**. Proc. Agric. Soc. Trin. 1917. 17, 345-8.

RORER, J.B. 1913. **The Suriname Witches Broom Disease of Cocoa**. Trinidad y Tobago, Board of Agric., Circular 10, 13 p.

RORER, J.B. 1918. **Enfermedades y plagas del cacao en Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo cacao**. Report presented to the Agricultural Society of Ecuador. Guayaquil.

RUGARD, S.A. 1986. **Witches broom diseases of cocoa in Rondonia, Brasil, pod losses Trop. Pest Manage 32: 24-26**.

SALCEDO, F.; PARAQUEIMA, O.; BETANCUORTH, J. y LUNA, J. 1986. **El chinche manchador del banano (*Monalonium sp*) y su control**. Plegable. Fonaiap. Serie E, N° 404. Maturín, Venezuela.

SAUNDER, L.G. 1964. ***Scolytidae* and *Platypodidae* associated with *Ceratocystis* wilt of *Theobroma cacao* L. in Costa Rica**, pp.1-67. University of Wisconsin. Thesis (mimeograph).

SÁNCHEZ, P. y CAPRILES DE REYES, L. 1979. **Insectos asociados al cultivo cacao en Venezuela**, Estación Experimental Caucagua. Boletín Técnico N° 11, 56 p.

SAUNDERS, L.G. 1965. **The *Xyleborus-Ceratocystis* complex of cacao**. Cacao. Turrialba 10, 7-13.

## BIBLIOGRAFÍA

- SAUNDERS, L. G. 1968. **Pollinization du cacaoyer**. Commission de Carai-  
bes, N° 69.
- SILVA A., R.; REYES, H. y COLMENARES, R. 1993. **Comparative Epidemio-  
logy Study: Venezuela disease Management in cocoa**. International Office of  
Cocoa, Chocolate and sugar Confectionary. Chapman & Hall. Pp 119-130. London.
- SIMPSON y HAFFER. 1978. **Speciation patterns in the Amazonian forest  
biota**. Ann. Rev. Ecol. Systems 9: 497-518.
- SMITH, R.W. 1964. **The establishment of cocoa under different soil mois-  
ture regimes**. Emp. J. Exp. Ayri. 32.
- SINGER, R. 1942. **A Monographic study of the genera *Crinipellis* and  
*Chaetocalathus***. Lilloa 8, pp. 441-534.
- SINGH, J. 1937. **Escoba de Bruja del cacao (*Marasmius perniciosus*)**. (Abs-  
tract). Boletín de la Asociación de Productores de Cacao. 2(15-16): 51-52.
- SMITH, G. E. 1973. **Dinamica populacional do *Selenothrips rubrocinctus*  
(Giard, 1901)**. Thysanoptera Tripidae na Regiao cacauera do Spiritu Santo, Brasil.  
Tese de mestrado, Peraicaba, SP. Brasil. 65p.
- SORIA, S.; WIRTHW y SÁNCHEZ P. 1981. **Ceratogonial midger (*Diptera*,  
*Nematocera*) collected from cacao flowers in Caucagua, Miranda, Venezuela**.  
Revista *Theobroma* 11(4). Centro de Pesquisas do cacao. Yleus. Bahía. Brasil.
- SPENCE y MOLL, E.R. 1958. **Preliminary observations on a wild condi-  
tion of cocoa**. F Agric. Soc. Trin. 58, 349-59.
- STAHEL, G. 1915. ***Marasmius perniciosus* nov. spec.** Bulletin department  
van den Landbouw in Suriname. 33:1-26.
- STEYERMARK, J. A. 1979. **Plant refuges and dispersal centers in Venezue-  
la: their relict and change element**. K. Larsen & L. B. Holm-Nielsen (Editors),  
*Tropical Botanic*, New York, Academic Press. pp.185-221.
- SUAREZ, C. 1971. **Estudio del mecanismo de penetración y del proceso  
de infección de *Monilia rozeri* Cif y Par, en frutos de cacao (*Theobroma cacao*  
L)**. Tesis Ing. Agro. Guayaquil, Ecuador.
- THOROLD, C. A. 1975. "Diseases of Cocoa". Oxford, England, Claredon  
Press. 423 p.

## BIBLIOGRAFÍA

- TOXOPEUS, H. 1987. **Botany, types and populations**. En: WOOD, G.A.R and LASS, R. A. *Cocoa* (4<sup>th</sup> ed.) London, Longman Sci. & Tech. Tropical Agriculture Series. 620 p.
- TURNER, P.D. 1960. **Variation in *Phytophthora* (Butl) Butl, on *Theobroma cacao***. L. in West Africa. Nature Lond. 186, 495-6.
- TURNER, P.D. 1968, **Pod rot of cacao in Malaysia caused by *Phytophthora heveae***. FAO-Plant Protection Bulletin 16: 33-34.
- VENTURINI, O. L. 1983. **Geografía de la región de los Andes venezolanos**. Caracas, Ariel/Seix Barral Venezolana, 287 p.
- VIVAS, J. **Informe INCASUCA**. 1993. Gerencia Técnica. El Vigía. Venezuela.
- WATERHOUSE, G.M. 1974. ***Phytophthora palmivora* and some related species**. En: *Phytophthora palmivora* disease on cocoa, pp.51-70. Ed. P.H. Gregory. London Longman.
- WENT, F. A. F. C. 1904. **Krulloten en Verstende vruchten van cacao in Suriname** Verch. K Akad. Wet. Amsterdam 2, Sect. 10, 1-40.
- WHEELER, B.E.J. y MEPSTED, R. 1988. **Pathogenic variability amongst isolates of *Crinipellis pernicios* from Cocoa (*Theobroma cacao*)**. Plant Pathology 37, 475-488.
- WESSEL, M. 1987. En: WOOD, G. A. R and LASS, R. A. *Cocoa* (4<sup>th</sup> ed.) London, Longman Sci. & Tech. Tropical Agriculture Series. 620 p.
- WOOD, G. A. R y LASS, R. A. 1987. **Cocoa** (4<sup>th</sup> ed.) London, Longman Sci. & Tech. Tropical Agriculture Series. 620 p.
- WOOD, G. A. R. 1987. **Environment**. En: WOOD, G.A.R and LASS, R.A. *Cocoa* (4<sup>th</sup> ed.) London, Longman Sci. & Tech. Tropical Agriculture Series. 620 p.
- WOOD, G. A. R. 1987. **Quality and Inspection**. En: WOOD, G.A.R and LASS, R.A. *Cocoa* (4<sup>th</sup> ed.), London, Longman Sci. & Tech. Tropical Agriculture Series. 620 p.
- ZENTMYER y MITCHELL, D.M. 1971. **Mating types in *Phytophthora palmivora***. III Intern. Cocoa Res. Conf. Accra, Ghana, pp. 494-497.
- ZENTMYER, G.A. 1975. **Variation in *Phytophthora palmivora***. Proc. 3<sup>rd</sup>. Conf. Of African Sub Group of workers on *Phytophthora palmivora*, Accra. Ghana, May 1975 in press.

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS:

**Rodrigo Benavides**

fotos número: 1, 2, 10, 11, 12, 13, 15, 17,  
18, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 40, 49, 51,  
54, 57, 58, 59, 60, 67, 69, 70, 74, 78, 79,  
87, 88, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100  
y figura 53 (versión digital).

**Humberto Reyes**

fotos número: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 16, 20, 22, 23,  
24, 25, 26, 32, 34, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44,  
45, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 55, 56, 61, 63, 64,  
65, 66, 68, 71, 73, 76, 77, 80, 83, 85, 86, 89,  
90, 97, 101, 102, 103, 104 y 106.

**Nelson Garrido**

Portada, viñeta cesta de cacao y foto 2-A.  
Gladis Ramos, fotos número: 6-A y 6-B, 14 y 21.

**Jorge Vivas**

foto número 33.

**Nilda de Sindoni**

foto número 35.

**Alberto Agudelo**

foto número 72.

**Juan Castillo**

foto número 75.

**J. Wrioth**

foto número 81.

Por su colaboración para realizar la  
microfotografía que aparece con el número  
105, agradecemos al Instituto Venezolano de  
Investigaciones Científicas (IVIC) en la  
persona de: Carlos Zamora y Mardonio Díaz  
(Departamento de Fotografía Científica)  
Héctor Suárez (Departamento de Ecología).

CAPÍTULO