



Memoria del Seminario  
**MANEJO DE GERMOPLASMA  
DE CACAO**

19-20 de octubre 1989  
Turrialba, Costa Rica

RED DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN CACAO (PROCACAO)  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)  
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES AREA DE FITOMEJORAMIENTO

PROGRAMA II: GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

## ¿QUE ES EL IICA?

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano. Sus orígenes se remontan al 7 de octubre de 1942 cuando el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la creación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de posgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y a las nuevas necesidades del Hemisferio, se convirtió progresivamente en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 32 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Con un mandato amplio y flexible y con una estructura que permite la participación directa de los Estados Miembros en la Junta Interamericana de Agricultura (JIA) y en su Comité Ejecutivo, el IICA cuenta con una amplia presencia geográfica en todos los países miembros para responder a sus necesidades de cooperación técnica.

Los aportes de los Estados Miembros y las relaciones que el IICA mantiene con 12 Países Observadores Permanentes, y con numerosos organismos internacionales, le permiten canalizar recursos humanos y financieros en favor del desarrollo agrícola del Hemisferio.

El Plan de Mediano Plazo 1987-1993, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional.

Para lograr esos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco Programas que son: Análisis y Planificación de la Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercialización y Agroindustria; y Sanidad Agropecuaria.

Los Estados Miembros del IICA: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

Países Observadores Permanentes: Austria, Bélgica, España, Francia, Israel, Italia, Japón, Países Bajos, Portugal, República Arabe de Egipto, República de Corea y República Federal de Alemania.



Centro Interamericano de  
Documentación e  
Información Agrícola  
20 OCT 1989  
IICA - CIDIA PROCACAO

ISSN-0253-4746



IICA  
20 OCT 1989

# Memoria del Seminario MANEJO DE GERMOPLASMA DE CACAO

Editores: J.A. Morera  
A. Paredes

19-20 de octubre 1989  
Turrialba, Costa Rica

RED DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN CACAO (PROCACAO)  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)  
PROGRAMA MEJORAMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES AREA DE FITOMEJORAMIENTO

PROGRAMA II: GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

6V 034836

IICA  
PRRET  
A1/SC-90-06

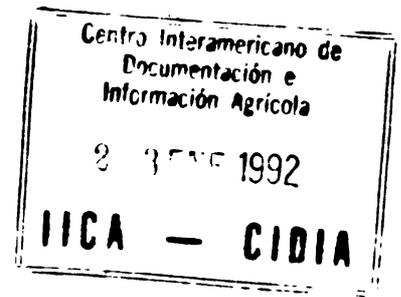
00002153

SERIE DE PONENCIAS, RESULTADOS Y  
RECOMENDACIONES DE EVENTOS TECNICOS  
ISSN-0253-4746  
A1/SC-90-06

Julio, 1990  
San José, Costa Rica

Esta publicación fue financiada por la Oficina Regional  
de Programas para Centro América (ROCAP), de la  
Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)

"Las ideas y planteamientos contenidos en los artículos firmados  
son propios del autor y no representan necesariamente el criterio  
del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura".



**CONTENIDO**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>PRESENTACION</b> .....  | <b>i</b>    |
| <b>I. TEMA PRINCIPAL: La Calidad en el Mejoramiento Genético del Cacao,</b><br>Basil G.D. Bartley .....  | <b>1</b>    |
| <b>II. Consideraciones sobre el Mejoramiento Genético del Cacao en CEPLAC-CEPEC,</b><br>Messias G. Pereira .....   | <b>31</b>   |
| <b>III. Injertos Tipo U Invertida en Cacao, Donaldo Puerto y Tito Jiménez</b> .....  | <b>45</b>   |
| <b>IV. Situación Actual, Conocimiento y Utilización de Germoplasma en Cacao en Hon-</b><br><b>duras, José A. Castellanos</b> .....   | <b>47</b>   |
| <b>V. Situación del Material Genético de Cacao en Honduras y su Futuro,</b><br>Fernando Alvarez .....  | <b>51</b>   |
| <b>VI. Perspectivas de la FHIA en la Recolección y Evaluación de Germoplasma de</b><br><b>Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.), Jesús A. Sánchez</b> .....                           | <b>53</b>   |
| <b>VII. El Banco de Germoplasma de Cacao en CATIE y su Relevancia para el Desarrollo</b><br><b>Agrícola de Centroamérica, Panamá y República Dominicana,</b><br>Jorge Morera ..... | <b>69</b>   |
| <b>VIII. Informe sobre Manejo de Germoplasma de Cacao en Guatemala,</b><br>Servando Rivera de León y Eddy B. Salas .....   | <b>99</b>   |
| <b>IX. Sugerencias para Aprovechar Mejor el Germoplasma de Cacao en Siembras Comer-</b><br><b>ciales de Costa Rica, André Helfenberger</b> .....                                   | <b>127</b>  |
| <b>Informe de los Grupos de Trabajo</b> .....  | <b>171</b>  |
| <b>ANEXO 1. Programa del Seminario</b> .....   | <b>175</b>  |
| <b>ANEXO 2. Lista de Participantes</b> .....   | <b>177</b>  |



## PRESENTACION

Los esfuerzos hechos por los gobiernos para aumentar su capacidad de producción de cacao se reflejan en el número creciente de solicitudes que recibe CATIE y PROCACAO, relacionadas con asistencia bilateral e internacional para mejorar la utilización de germoplasma que es de interés en la región.

De acuerdo a las prioridades del CATIE y PROCACAO y en respuesta a algunas recomendaciones, se llevó a cabo el Seminario Regional sobre "Manejo de Germoplasma en Cacao" realizado en CATIE, Turrialba, Costa Rica el 19 y 20 de octubre de 1989.

En la reunión participaron profesionales que trabajan activamente en esta disciplina, provenientes de entidades del sector público y empresas privadas de los siguientes países: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá y Brasil; así como varios observadores de Nicaragua, Honduras y Costa Rica.

El evento fue dirigido principalmente a fortalecer la capacidad de las instituciones en un área de mucha responsabilidad para el sector cacaotero como es el manejo de material genético. De esta manera, el objetivo principal del seminario consistió en discutir y diseminar los conocimientos más actualizados y prácticos a este personal, para disminuir los efectos y riesgos ocasionados con genotipos sin validación previa de la adaptación y rendimientos que hagan del cacao una actividad de eficiencia y de alta rentabilidad.

El seminario fue organizado por el coordinador Dr. Jorge Morera, del Area de Fitomejoramiento de Cultivos Tropicales del CATIE.

El programa del seminario abarcó temas específicos como: la calidad en el mejoramiento genético del cacao; consideraciones sobre el mejoramiento genético de cacao en CEPLAC, Brasil; informes nacionales, situación actual, problemática, recursos y necesidades de los países; informes técnicos de los bancos de germoplasma (exploración/colección/conservación/utilización, cooperación /problemas políticos).

El CATIE desea expresar su reconocimiento a PROCACAO por haber financiado el seminario y espera que esta actividad se realice anualmente, para permitir un mejor flujo de información y concientización sobre este tema tan

importante para el desarrollo cacaotero futuro de la región.

El CATIE y PROCACAO desean con gran consternación hacer presente nuestra muy sentida condolencia a APROCACAO y a la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras, por el trágico fallecimiento de los Ingenieros Agrónomos Cesar Augusto Cárcamo y José Angel Castellanos que participaron en este seminario y que habíamos despedido amistosamente un día antes del trágico accidente del avión de SAHSA en Tegucigalpa.

## I. LA CALIDAD EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DEL CACAO

Basil G.D. Bartley\*

### Compendio

La calidad del cacao es un concepto abstracto siendo la clasificación del producto de un determinado origen dependiente de su utilización y la preferencia del consumidor. Los avances alcanzados en programas de mejoramiento que consideran la calidad dependen de la adecuada evaluación de los siguientes componentes de calidad: los aspectos físicos y químicos (relacionados directamente con su utilización o contribuyendo al sabor) así como los organolépticos. Mientras las características físicas pueden ser determinadas en el programa, la evaluación organoléptica es realizada por los consumidores potenciales de acuerdo con sus conceptos, debido a que no conocen las relaciones entre los atributos visuales o químicos y el sabor. La evaluación también está sujeta a la necesidad de realizar las pruebas de sabor en muestras de almendras obtenidas por beneficio en escala comercial, ya que no existe un método adecuado para evaluar muestras pequeñas. Es aceptado que los productos de algunas regiones poseen características específicas de calidad de valor especial. Cuando las variedades que poseen tales características tienen productividad inferior, para mantener la calidad tradicional, es necesario combinar éstas características con aquellas de vigor y productividad de otras variedades portadoras de factores deseables utilizando

---

\* Consultor en Genética del Cacao, IICA, Convenio IICA/CEPLAC, Brasil.  
Seminario Regional de PROCACAO "Manejo de Germoplasma en Cacao". CATIE, Turrialba, Costa Rica. 19 y 20 de Octubre, 1989.

procedimientos de mejoramiento específicos para cada situación.

### **Introducción**

La industrialización del chocolate tiene como objetivo la elaboración de un producto que sea agradable al consumidor y la producción eficiente, de tal forma, que pueda vender un producto a precios que estén al alcance del consumidor. La industria requiere, por lo tanto, que las almendras utilizadas tengan ciertas características que permitan una producción económica de chocolate y otros productos. La calidad de las almendras es, por consiguiente, un factor de gran importancia en la industrialización.

Para el agricultor su capacidad de poner a la venta almendras de buena calidad de acuerdo con las necesidades de la industria puede valorizar su producto y contribuir para aumentar su renta.

Así, la calidad, en su sentido más amplio es un factor importante que debe ser considerado en la producción cacaofera y por consiguiente, debe ser parte de los criterios considerados en el mejoramiento genético.

Durante la evolución de la industria chocolatera y el paralelo desarrollo del cultivo, han sido distinguidas diferencias de calidad en productos de diversos orígenes que pueden ser atribuidas a las características intrínsecas de las variedades cultivadas.

Las actividades realizadas sobre los recursos genéticos del cacao muestran que existe una variabilidad genética muy

amplia que incluye variedades no conocidas anteriormente. Esta situación proporciona grandes oportunidades para el fitomejoramiento de la especie. De este modo, vamos a considerar aquí como los programas de mejoramiento pueden utilizar la variabilidad disponible en la producción de cultivares que poseen la calidad deseada por la industria y por el consumidor.

### **Definición de la Calidad**

Cuando se considera todas las poblaciones de cacao, cultivadas o espontáneas, es posible distinguir variaciones en las características de las semillas antes de la fermentación o las almendras después del procesamiento. Para los fines de la industria, la calidad en sentido amplio, es un conjunto de diversas características que pueden ser identificadas de conformidad con sus aspectos físicos, químicos y organolépticos, los últimos incluyendo el sabor y el aroma.

En el Cuadro 1 están relacionados los aspectos más importantes de las características intrínsecas de las variedades que son de interés para la industria o que son responsables en el desarrollo de la calidad comercial del producto.

Según las informaciones divulgadas por la industria chocolatera (ANOM, 1984), todas las características de las almendras deben ser tomadas en consideración para evaluar la calidad de una partida de cacao.

Las características organolépticas son de gran importancia, entre las cuales el sabor y aroma básico de chocolate son las más procuradas. Las almendras

consideradas de mejor calidad son aquellas que agregan los sabores auxiliares y que aumentan el grado de aceptación del chocolate. Por otro lado, las almendras que poseen sabores indeseables que resultan en productos no aceptables por el consumidor tienden a ser evitadas. VYLE (1959), presenta una lista de sabores subsidiarios que están asociados a las almendras. Aunque el sabor del chocolate aparentemente es determinado por un complejo de sustancias, todavía no se sabe exactamente la contribución de cada una para el desarrollo del sabor o que confieren un sabor específico. Por lo tanto, hay que determinar cuales son las sustancias contenidas en las semillas que son precursores de los diversos ingredientes de la calidad del chocolate.

Algunos componentes químicos de la semilla, tales como las características de la pulpa o los pigmentos y otras sustancias fenólicas, pueden desempeñar un importante papel en el proceso de cura. Sin embargo, todavía las contribuciones específicas de cada componente no son bien comprendidas.

La grasa contenida en la almendra tiene un papel muy importante en el proceso de fabricación de chocolate y otros productos. Para la utilización de la grasa en la industria, una parte de las almendras es procesada separadamente y, por consiguiente, la grasa tiene su propio valor comercial que promueve la búsqueda de variedades que tengan alto contenido de grasa y que posean propiedades físicas de acuerdo con los diversos procesos de elaboración del producto final. De acuerdo con VYLE (1959), aproximadamente 85% de las almendras comercializadas tienen su función de acuerdo a la grasa que contienen.

No obstante el interés de la industria en cuanto al sabor y la grasa, la apariencia de las almendras tienen un

papel importante en la comercialización , ya que los aspectos visuales son utilizados para juzgar el valor del cacao en términos de su capacidad de dar el producto deseado y de los aspectos económicos de la fabricación.

#### **Diferencia entre Variedades con relación a la calidad**

La calidad de las almendras producidas en una determinada región productora de cacao es el resultado de los efectos del medio ambiente, la variedad cultivada y el método de procesamiento utilizado. Además de estos efectos, existe un grado de dependencia mutua entre ellos, imposibilitando algunas veces distinguir aisladamente la contribución del factor genético en el producto final.

Las características del medio ambiente son fijas en cualquier región. Las variedades cultivadas pueden ser determinadas por la disponibilidad del material genético o por las necesidades o preferencias de los agricultores o del mercado. Generalmente, se busca a nivel de agricultor encontrar las variedades de mejor adaptación al medio ambiente. Así, hay una tendencia para alterar a través del tiempo el componente varietal.

El método de procesamiento es influenciado tanto por el medio ambiente como por el componente varietal. El medio ambiente ejerce una influencia directa sobre los métodos que, a su vez, pueden ser alterados por influencias indirectas como las variaciones en los aspectos de la semilla (tamaño) y las características de la pulpa debido a los cambios climáticos. Además, el método de beneficio se sujeta a modificaciones de acuerdo con las características de las variedades y los patrones de calidad procurados por la industria.

El cacao muestra una amplia extensión de variabilidad en relación al tamaño de la semilla y las investigaciones sobre su modo de herencia indican que el carácter está bajo el control genético. Como todas las poblaciones muestran la misma amplitud de variación, el tamaño de la semilla no puede ser utilizado en todos los casos como indicador de la calidad de una población o de un cultivar. Cacaos provenientes de ciertos orígenes tienen la fama de poseer almendras de tamaño grande, mientras cacaos provenientes de otros orígenes, no son aceptados por la industria debido a sus almendras pequeñas.

Los cotiledones manifiestan una variabilidad en cuanto a la ausencia o grado de la intensidad de la coloración debido a las antocianinas. Como la pigmentación intensa es dominante hay una tendencia para los cotiledones purpúreos de ser encontrados con mayor frecuencia. Todavía, es posible encontrar variedades compuestas de árboles que producen solamente cotiledones blancos o ligeramente pigmentados. Estas diferencias entre las variedades tienen una influencia en la fermentación de las semillas. En consecuencia de esto, existe una relación tradicional atribuida al grado de coloración con la calidad de algunas variedades. Hoy se sabe que la variación en la intensidad de la pigmentación se encuentra en cualquier población, hecho que torna menos aplicable las relaciones tradicionales.

Las variaciones en las características químicas son menos conocidas pues los estudios sobre estos factores son menos desarrollados, siendo incompletas las informaciones sobre la variabilidad de las sustancias implicadas en el desarrollo de la calidad y las proporciones de las cantidades conforme las influencias genéticas o ambientales. Variaciones genéticas en el contenido de grasa fueron

informadas por BEEK et al (1977). PAIVA et al (1982), mostraron diferencias entre variedades en cuanto al contenido de theobromina y cafeína, mientras que TIMBIE y KEENEY (1980), encontraron diferencias en la proporción de proteínas, sin poder relacionar los valores con las variedades analizadas conforme sus orígenes.

Con respecto a los aspectos de calidad, sabor y aroma, las poblaciones tradicionalmente cultivadas en la América Latina y en algunas regiones de exploración más reciente, son distinguidas por la posesión de características específicas. Las diferencias de calidad organolépticas entre variedades y las relaciones de éstas con las otras características de las plantas, frutos y semillas fueron tratados ampliamente por varios autores. Debido a que se trata de un asunto bastante complejo no es nuestra intención de entrar aquí en todos los detalles.

Una relación sobre las variedades de cacao cultivadas en diversos países y su calidad fue publicada por KADEN (1936). En ella, el autor presenta la clasificación de las almendras en términos de los cacaos "finos" y "ordinarios", con las respectivas definiciones y asociando las clases con los grupos poblacionales distinguidos por las características de los frutos. KADEN atribuye las diferencias en el sabor a diferencias en el contenido de taninos, los cacaos finos poseyendo menor proporción de tanino que los ordinarios.

Las informaciones más actualizadas sobre las variedades cultivadas en relación a su calidad en los países productores se encuentran en el libro de COOK (1972) en el capítulo: "El Sendero de la Almendra del Cacao" (The trail of the Cocoa Bean). Además de los países Americanos están incluidos los nuevos países productores. La contribución

más importante de este trabajo es la descripción de los cambios que han ocurrido en la constitución genética de las poblaciones cultivadas por causa de la introducción, en la mayoría de los países, de otras variedades que han dado lugar a la generación de nuevos complejos genéticos por intermedio de hibridación y recombinación. Obsérvase una significativa reducción en la calidad en algunos países antiguamente famosos por su cacao.

VYLE (1959, 1963), discute los factores intrínsecos de las almendras y los efectos de los métodos de preparación que son responsables para las diferencias en el sabor. Las características de los cacaos de mejor calidad son tratados en detalle. La mejor calidad se atribuye a los cacaos de Venezuela que se pueden considerar como las primeras poblaciones conocidas por el nombre "Criollo". Otras variedades tienen características afines que son agrupadas en el concepto poblacional de Criollo siendo consideradas como productoras de cacao de alta calidad. Estas variedades son muy conocidas por producir almendras grandes, cuyos cotiledones son blancos o ligeramente pigmentados y que pueden ser consumidas crudas por no ser amargas y cuando tostadas, tienen un sabor de nueces.

El concepto tradicional del cacao "ordinario", por ejemplo, descrito por KADEN (1936), atribuye a las variedades que producen el cacao así clasificado, semillas de tamaño menor y aplanadas cuyos cotiledones son de color violeta y poseen un sabor amargo. Sin embargo, éstas almendras, cuando son beneficiadas adecuadamente, producen un sabor básico de chocolate, en algunos casos. Las variedades cuyo producto cabe dentro del concepto "ordinario" son provenientes de la población Amazónica.

Además de la distinción entre ordinarios y finos, el

comercio reconoce la existencia de variedades que poseen calidades que no caben dentro de éstos dos grupos. Uno de éstos casos se refiere al cacao conocido "Arriba" proveniente del Ecuador y considerado como el producto de una variedad conocida por el nombre "Nacional", cuyas características son afines al Amazónico. Tratándose de una variedad y poseyendo características especiales, éste producto es el resultado de los efectos de un medio ambiente y tratamiento distinto de aquellos que se encuentran en otros países. Los efectos de los factores genéticos son evidentes por la variabilidad de la calidad debido a las variaciones estacionales. Todavía, la industria reconoce la pérdida progresiva de la calidad procedente de ésta fuente como resultado de la contaminación por variedades introducidas, curiosamente de Venezuela.

Otros cacaos que tienen un lugar especial en las preferencias de la industria son aquellos producidos en las Islas del Caribe -Trinidad y Tobago, Grenada y Santa Lucía. En estas islas, aunque la calidad es considerada buena, se encuentra en la composición genética de las poblaciones cultivadas una mezcla de variedades provenientes de orígenes tan diversos como el cacao Criollo de Venezuela y elementos de la población Amazónica. Esta mezcla, junto con los productos de recombinación, criaron el concepto "Trinitario" que es en ciertos aspectos, un sinónimo de buena calidad, que no ha sido siempre reproducida en otras regiones donde el material fue introducido.

La calidad especial de estas poblaciones está siendo atribuída a la mezcla, en virtud de no ser encontrada en los genotipos seleccionados dentro de las mismas poblaciones las características de calidad consideradas como típicas de los mejores productos de estas islas.

Contrario a esta hipótesis, COOK (1972) atribuye la declinación en la calidad del cacao mexicano a la mezcla resultante de la introducción de variedades de otros orígenes y la hibridación con el Criollo original. La variabilidad es identificada como la razón para la desuniformidad del producto debido a la dificultad en desarrollar un método adecuado de fermentación.

Aunque el cacao llamado "Amelonado" cultivado por extenso en Africa Occidental es de origen de la población Amazónica, su producto tiene un gran valor debido la posesión del sabor básico de chocolate anhelado por la industria.

Los ejemplos presentados arriba muestran que el concepto de calidad relacionado con los aspectos organolépticos está sujeto a ser definido de acuerdo con las preferencias de determinados consumidores y en términos poco precisos para usar en el mejoramiento.

Los conocimientos actuales sobre la variabilidad genética encontrada en las poblaciones Criollo y Amazónica muestran que en ambas se encuentran características de fruto y semilla semejantes. Así, no existen factores que distingan exactamente genotipos provenientes de las dos poblaciones que pueden ser utilizados como indicadores singulares de la calidad.

De acuerdo con PREUSS (1901), una variedad que pertenece al grupo Criollo no produce, necesariamente, cacao de calidad aceptable a la industria. Por otro lado, un genotipo proveniente de la población Amazónica, conforme nosotros conocemos el concepto hoy, es capaz de dar un producto aceptable por la industria cuando las plantas

reciben los cuidados y sus almendras son sometidas al beneficio apropiado.

### **Los Criterios de Selección**

El éxito de un programa de mejoramiento genético depende de una definición clara de los objetivos en términos de las características de los cultivares que serán desarrollados y de la disponibilidad de los materiales genéticos adecuados para lograr los objetivos.

En cuanto a las características físicas, la industria indica que el peso medio de la almendra no debe ser inferior a un gramo (ANON, 1984). En vista de que el peso de la almendra es un componente del rendimiento total, el programa buscando maximizar la productividad, deberá tener como meta, la obtención de cultivares que posean las almendras con los pesos más grandes posibles. Siempre se debe tomar en cuenta en la determinación del peso medio del cultivar, la influencia de la correlación negativa entre la cantidad de semillas producidas y su peso para obtener el valor efectivo del peso del cultivar.

La industria también recomienda normas para la variabilidad del peso, recomendando obtener un producto uniforme con respecto al tamaño de la semilla. Aún más, siempre hay una variación en el peso mismo en cultivares homogéneos, debido a factores como el medio ambiente y la posición del fruto en el árbol. La variabilidad puede ser un factor importante en la evaluación cuando el cultivar es heterogéneo genéticamente. Así, para satisfacer las normas hay que obtener cultivares uniformes. Sin embargo, la variabilidad en cuanto al tamaño de la almendra no es un problema en la práctica desde que las almendras pueden ser

clasificadas mecánicamente de acuerdo con su tamaño y con la finalidad de obtener cantidades cuyos pesos corresponden a las normas.

Debido a la importancia que la grasa o manteca tiene en la manufactura del chocolate en términos económicos, las fábricas buscan el cacao que posee el más alto contenido de grasa con preferencia para valores superiores a 56%. Todavía, consideramos que debe existir un límite máximo para el porcentaje de grasa sin afectar los valores de los otros ingredientes exigidos. La dureza de la manteca es otro aspecto para ser considerado, siendo necesario evitar las mantecas más fluidas.

Con relación a los demás constituyentes de la pulpa o del cotiledón, actualmente no se dispone de informaciones suficientes para establecer los criterios de cada caso. La relación entre la presencia o intensidad de los pigmentos y el sabor deberá ser resuelta a través de estudios apropiados. Los niveles de alcaloides y polifenoles deberán ser establecidos por la industria, especialmente en los casos donde niveles excesivamente altos o bajos resultarán en productos cuyo sabor es indeseable.

Las características organolépticas presentan un problema especial. No existe definiciones de los sabores utilizados en la manufactura del chocolate que pueden ser descritas o cuantificadas, por lo tanto, cualquier tipo de evaluación organoléptica es simplemente subjetiva. Lo más que un probador puede hacer a falta de definición del sabor deseado en un determinado caso, es obtener una noción de existencia de la intensidad relativa del sabor básico y identificar la presencia de algún sabor auxiliar o indeseable.

La experiencia que hemos tenido con la evaluación de la calidad organoléptica realizada por los laboratorios de la industria, es la de comparar el sabor de las muestras de un país con un concepto de calidad, a veces no bien definido, con cacao considerado como típico del mismo país.

Nuestra opinión es que, para las finalidades del mejoramiento, el objetivo de la evaluación debe ser el de identificar en la muestra, características de sabor que son de valor en la manufactura del chocolate, agregando informaciones sobre el valor económico y el volumen de la posible demanda para producto del cultivar.

#### **Procedimientos de Evaluación**

Las decisiones que serán tomadas en relación a las variedades escogidas para cada cultivar dependen de la identificación de las características de los clones, progenies y familias que serán producidas durante el programa de mejoramiento de acuerdo con los objetivos del programa, siendo la planificación de la evaluación basada en el conocimiento de los procedimientos apropiados.

Las características físicas y químicas pueden ser determinadas dentro del programa de mejoramiento después de haber establecido los laboratorios, debidamente equipados, con personal y materiales.

La evaluación del peso y otros aspectos físicos de la semilla es realizada de una manera rutinaria durante el curso del programa utilizando equipos sencillos. Hay que establecer el sistema de muestreo para cada situación y escoger el atributo de la semilla fresca que mejor representa el valor de la almendra beneficiada. Para las

líneas homogéneas las determinaciones deben ser realizadas en pocas muestras que darán una idea de la variabilidad consecuente del medio ambiente. Cuando se trata de líneas o cultivares heterogéneos, será necesario evaluar las plantas individualmente con la finalidad de determinar el grado de variabilidad y de identificar los árboles que contribuyen a bajar el valor de la media.

Los métodos para la determinación de las sustancias químicas deben seguir los mismos métodos utilizados por la industria de acuerdo con las publicaciones vigentes o las técnicas que serán establecidas por las comisiones de la Oficina Internacional de Cacao y Chocolate (OICC), encargadas con el desarrollo de los métodos apropiados para cada constituyente. En éstos casos, será necesario mantener contactos con la OICC para orientarse sobre las instalaciones de laboratorios y métodos para cada sustancia que será analizada.

En la mayoría de los casos los laboratorios de la industria realizarán los análisis de las sustancias en las muestras sometidas para la evaluación organoléptica. Todavía, el programa de mejoramiento será responsable para realizar los análisis de la grasa para la mayor parte de los materiales genéticos utilizados o producidos durante el programa. También deben ser llevados a cabo estudios destinados a determinar los efectos del medio ambiente y el tamaño de la semilla sobre el contenido de la grasa, provocando establecer el sistema de muestreo.

Los pigmentos en los cotiledones deben ser observados tanto en las semillas frescas, como en las fermentadas. Tales estudios serán realizados en árboles individuales de cada línea, familia y generación para determinar el grado de segregación entre y dentro de los árboles, normalmente en

frutos obtenidos a través de polinización manual. Estas determinaciones pueden ser realizadas por medio de observaciones visuales o cuantificadas con métodos como la espectrofotometría.

Los estudios sobre la segregación de la coloración del cotiledón proporcionan condiciones para determinar la relación entre los pigmentos y el sabor del chocolate de la siguiente manera: cuando se identifican diferencias en la coloración de los cotiledones de diferentes progenies de la misma familia, los frutos de los árboles pertenecientes a cada clase (nivel) de pigmentación serán cosechados separadamente y sus almendras beneficiadas y probadas de acuerdo con el grado observado. En los casos donde ocurre segregación dentro de los frutos polinizados manualmente, el mismo procedimiento puede ser aplicado, pero con mayor dificultad.

De acuerdo con las informaciones presentadas en la sección anterior, el mejor método disponible para realizar las pruebas organolépticas, es por intermedio de los laboratorios pertenecientes a la industria de chocolate. Por expuesto, los criterios de evaluación varían de acuerdo al consumidor, siendo necesario, por lo tanto, someter muestras de variedades para análisis en varios laboratorios. Los procedimientos utilizados por los laboratorios están descritos por VYLE (1959).

Durante varios años fue investigada la posibilidad de preparar pequeñas muestras de almendras para las pruebas organolépticas siendo ensayados diversos métodos y desarrollando un sistema de manufactura de chocolate en pequeña cantidad. Tales métodos indicaron la posibilidad de obtener alguna idea sobre los sabores de las almendras, pero fueron de poca utilidad para el tipo de evaluación necesaria

para los programas de mejoramiento. Otros detalles sobre estos métodos se encuentran en HANCOCK (1962), quien también discute los problemas de evaluación organoléptica en general. Los problemas encontrados en las pequeñas muestras son el desarrollo de sabores indeseables durante el beneficio y la imposibilidad de determinar el grado apropiado de tostado.

Actualmente el único procedimiento disponible es la producción de variedades de cacao que serán analizadas en cantidades grandes. Esto obliga a que las variedades deben ser cultivadas en áreas bastantes grandes para obtener las cantidades necesarias, un procedimiento que impone una limitación en el número de materiales genéticos que pueden ser tratados y aumenta el tiempo necesario para realizar las evaluaciones. Por otro lado, el cultivo de las variedades en escala comercial debe contribuir con una etapa en la evaluación agronómica y en términos de calidad proporciona condiciones para determinar el método de beneficio más adecuado para cada cultivar.

Fue mencionado anteriormente el problema relacionado con la evaluación de sabor resultante de la falta de definiciones claras sobre las características de los productos de las poblaciones cultivadas. Para que se pueda hacer una comparación de una variedad con un concepto de calidad deseada, es necesario que el programa de mejoramiento tenga a su disposición una variedad patrón que posea ésta calidad.

El primer paso que un programa de mejoramiento debe tomar comprendiendo la calidad, es el de evaluar las diversas variedades o componentes genéticos de la población que produce la calidad específica. Cuando estén identificadas las variedades que mejor corresponden a la

calidad patrón y determinando el método propio de beneficio de cada caso, ellas serán plantadas en áreas con extensión suficiente para obtener las cantidades de almendras necesarias para hacer las comparaciones con las variedades que serán evaluadas, buscando mantener, siempre, una calidad consistente.

### **Estrategia de Mejoramiento**

A pesar del interés mostrado por la industria en la provisión de cacao de buena calidad, los problemas relacionados con la evaluación del sabor y las informaciones imprecisas procediendo de los resultados de las muestras probadas que pueden servir para la orientación del fitomejorador, criaron una tendencia de despreciar la cuestión de calidad. La consecuencia de esta situación, es que no existen bases para conducir un programa de mejoramiento de calidad que sirva para indicar hasta que nivel las poblaciones de cacao asociadas con las calidades buscadas pueden ser mejoradas.

Como la demanda para las variedades de cacao que poseen calidades especiales es relativamente pequeña, en relación a la producción total, hay poco incentivo para incluir éste aspecto en programas de mejoramiento, especialmente porque los países que tradicionalmente producen tales calidades carecen de las condiciones para realizar las investigaciones necesarias. Por lo tanto, un programa de mejoramiento dirigido principalmente a la obtención de calidad, será bastante dispendioso cuando es comparado con sus beneficios.

Entre todos los aspectos que deben ser considerados para establecer programas de mejoramiento de esta naturaleza, está el hecho de existir variedades que producen

calidad aceptable pero que tienen capacidades menores de producción y adaptación en relación a otras variedades. El resultado de esta situación es la baja recompensa para el agricultor, lo mismo que con el pago de precios superiores a aquellos corrientes para el cacao ordinario, que incentiva la sustitución de las variedades tradicionales por otras de mejor adaptación a las condiciones ambientales.

En estos casos, el desarrollo de variedades que posean calidades especiales depende de la capacidad del fitomejorador en combinar las características químicas y organolépticas con las características agronómicas. De esta manera, los programas deben tratar todas las características en forma integral.

Desde que puedan ser producidas diversas calidades especiales de acuerdo con el gusto del consumidor, la planificación del programa debe incluir la determinación de la calidad preferida por los consumidores y relacionar éste objetivo al material genético disponible. Estos dos factores determinarán el rumbo del programa en cada caso.

Cuando el programa implica el uso de genotipos provenientes de otras poblaciones para los fines de introducir genes con mejor vigor y rendimiento, un problema que debe ser considerado es el de la incompatibilidad, que probablemente dificultará la obtención de líneas y cruces, así como el aprovechamiento de los productos de mejoramiento.

Los factores anteriormente mencionados deben ser tomados en consideración en la planificación y conducción de los programas de mejoramiento que serán especificados para las diversas situaciones que pueden existir. En los planes

descritos a seguir están delineadas las posibles acciones de los programas en tres diferentes situaciones.

Situación A. En el caso de una población, todavía no explorada, constituida de árboles de grupo Criollo en la cual existe heterogeneidad genética, los pasos son:

1. Selección de los árboles sobresalientes para vigor, producción, tamaño de la semilla y otras caracteres agronómicas.
2. Establecer las selecciones en el campo.
3. Para ganar tiempo (caso que las condiciones permitan) hacer cruzamientos entre los árboles seleccionados.
4. Probar la calidad de la población original.
5. Hacer una nueva selección en los clones resultantes del paso 1, identificando los autocompatibles.
6. Realizar la evaluación de calidad de los clones resultantes de la re-selecciones.
7. Cruzar entre las selecciones.
8. Plantar las progenies resultantes.
9. Realizar otro ciclo de selección en las

progenies eliminando los árboles indeseables.

10. Después de un año evaluar la calidad.
11. En caso que haya mejora en cuanto al nivel de rendimiento y mantenimiento de la calidad, la variedad compuesta puede ser aprovechada por los agricultores. Un nuevo ciclo de cruzamiento y selección debe ser realizada en caso haya indicaciones de alcanzar un nivel mayor de rendimiento.

Situación B. Población donde no hay posibilidades de mejorar el rendimiento al nivel económico (en algunos casos existen selecciones ya realizadas).

1. Determinar las características de calidad de la población
2. Seleccionar los mejores árboles, destacando los auto-compatibles.
3. Establecer las selecciones en el campo (juntando las existentes).
4. Evaluación de las características agronómicas y eliminación de los árboles que no alcancen los criterios.

5. Evaluación de la calidad de los clones sobrevivientes en conjunto. Caso que la calidad corresponda con aquella de la población original. Este campo, u otro formado con estos clones, servirá como patrón para las comparaciones en los siguientes pasos de evaluación. (En la situación donde no hay correspondencia, el programa tendrá que evaluar cada clon, siendo un proceso que demora en virtud de la necesidad de establecer los clones en áreas mayores).
6. Cruzar cada clon resultante de la selección en la etapa 4 con uno o más genotipos de capacidad de combinación comprobada para vigor y rendimiento y preferiblemente auto-compatibles (por ejemplo, ICS 6).
7. Establecimiento de los progenies en campo, siguiendo la evaluación agronómica y descarte de los árboles no deseables.
8. Cruzamiento de los árboles sobrevivientes con los clones testadores en el paso 6.
9. Establecimiento en el campo de las progenies, siguiendo la evaluación sobre las características agronómicas y descarte como en el paso 7.
10. Evaluación de la calidad de la población restante.

11. Basada en los resultados de la evaluación agronómica y de calidad se puede decidir si es necesario otro ciclo de retrocruzamiento con la fuente de genes de rendimiento, o si una variedad obtenida con cruzamiento libre entre los árboles de esta generación puede ser utilizada para distribución a los agricultores
  
12. En caso de que la calidad no corresponda a aquella deseada, deben ser realizados los cruzamientos aleatorios entre los árboles sobresalientes del paso 9, con los clones obtenidos en el paso 4, realizando en las progenies la evaluación de los caracteres agronómicos y cualitativos.

Situación C. Una población anteriormente conocida por la calidad de su producto pero contaminada por genes de variabilidad introducida, siendo la hibridación resultante responsable por la disminución del valor del producto, existiendo selecciones de híbridos (naturales) entre las dos variedades: por ejemplo, el caso de "Arriba" del Ecuador.

1. Re-selección entre los clones existentes.
  
2. Puede ser considerado un programa para obtener otras selecciones en la población híbrida, incluso selección en las generaciones producidas a partir de la primera generación híbrida.

3. Cruzamiento aleatorio entre los clones resultantes de la re-selección
4. Establecimiento de las progenies en campo y evaluación agronómica, descartando las plantas indeseables.
5. Evaluación de la calidad de los árboles sobresalientes en relación a la calidad buscada.
6. Cruzamiento entre árboles escojidos de ésta generación.
7. Establecimiento en campo de las progenies, repitiendo los procesos de evaluación.
8. En cada etapa, en caso de que el producto tenga la calidad buscada o aceptable a los consumidores, el material puede ser producido en cantidad mayor para distribuir a los agricultores. En caso de que el producto del paso 7 no posea las características deseables, los pasos 3 a 7 deben ser repetidos tantas veces cuanto sean necesarios.

En cualquiera de las situaciones consideradas será posible aprovechar los clones individuales sobresalientes en cuanto a una o más características para la prueba del producto de algún clon individual, una vez que éste haya sido establecido en el campo en los números adecuados para

para realizar las evaluaciones.

realizar la evaluación. En éstos casos, es importante tomar en cuenta el tiempo necesario para llegar a las condiciones

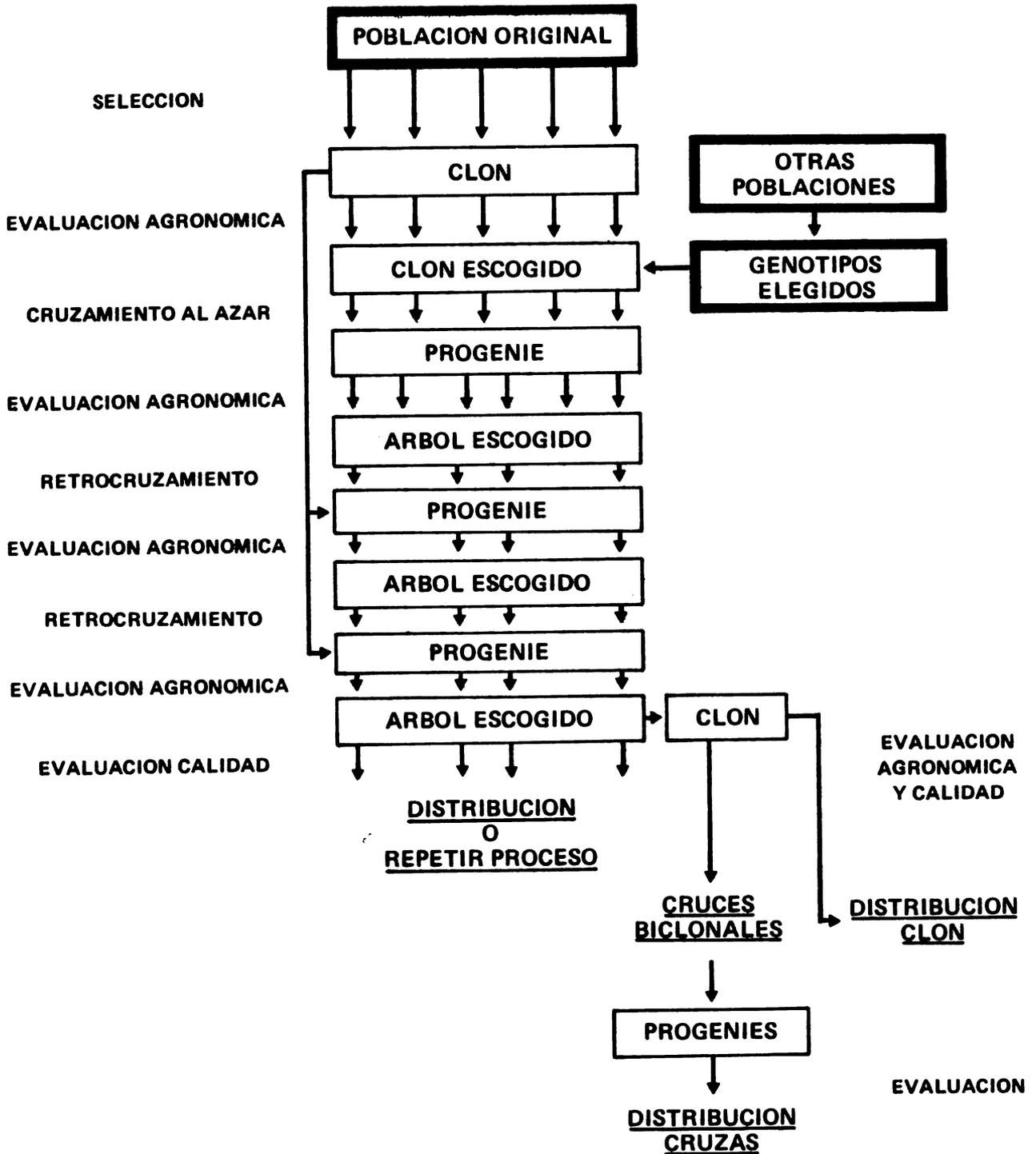
**Cuadro 1. Características intrínsecas relacionadas con la calidad del cacao.**

| <b>FISICAS</b>  | <b>QUIMICAS</b>  | <b>ORGANOLEPTICAS</b>  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso de la almendra</li> <li>- Uniformidad del peso</li> <li>- Porcentaje de la cáscara</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de la grasa</li> <li>- Calidad de la grasa</li> <li>- Alcaloides               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cafeína</li> <li>Theobromina</li> </ul> </li> <li>- Pigmentos de los cotiledones</li> <li>- Otros Polifenoles</li> <li>- Azúcar de la pulpa</li> <li>- Acidez de la pulpa</li> <li>- Proteínas</li> <li>- Sustancias relacionadas a los componentes del sabor</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabor básico de chocolate</li> <li>- Sabores auxiliares</li> <li>- Sabores indeseables</li> </ul> |

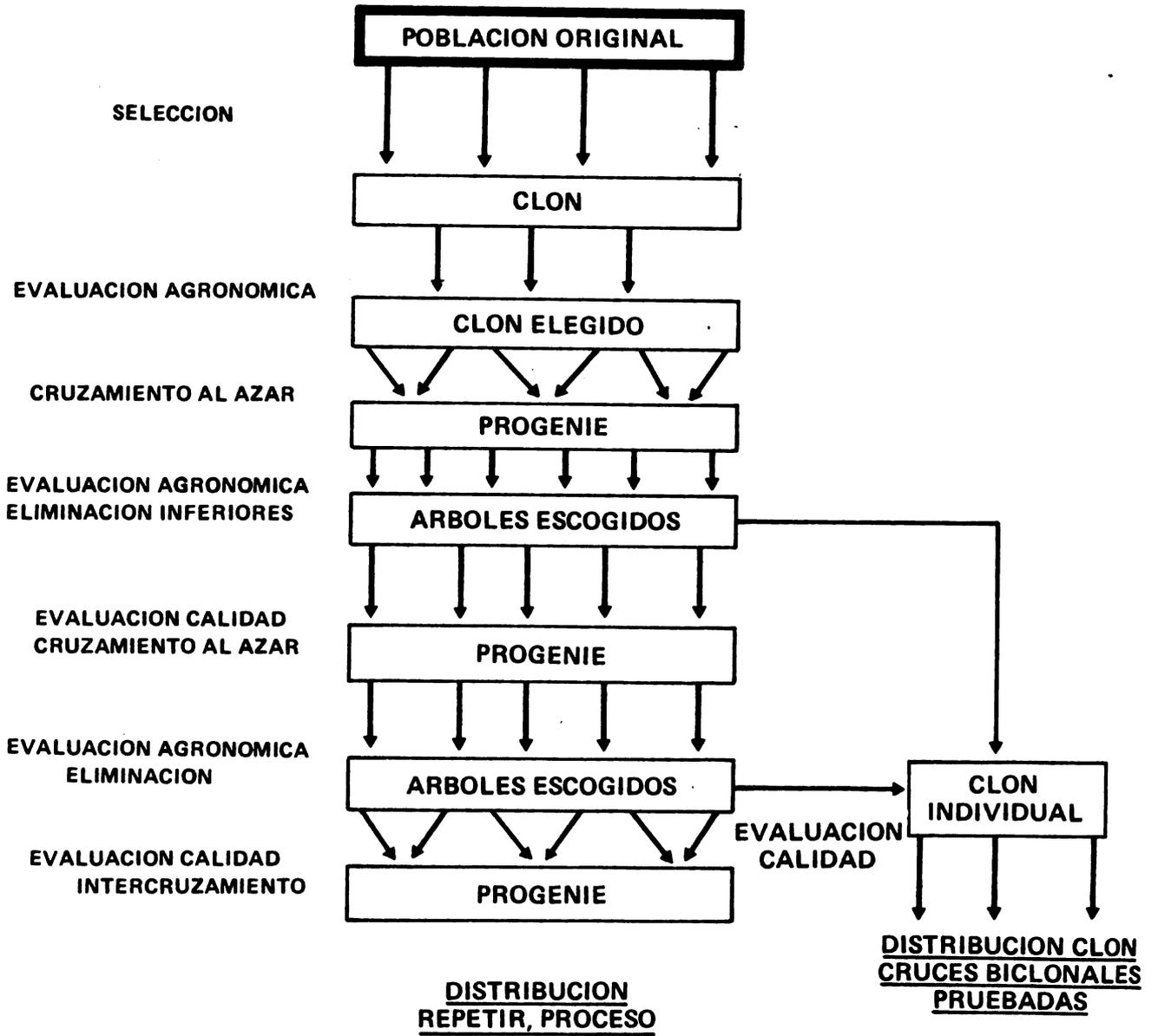
## LITERATURA CITADA

- ANON. 1984. Cocoa beans, chocolate, manufacturers quality requirements. London. The Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance, 3<sub>a</sub>. Ed. 19 p.
- BEEK, M.A.; ESKES, A.B.; TOXOPEUS, H. 1977. Some factors affecting fat content in cocoa beans (Theobroma cacao L), with emphasis on the effect of the pollinator parent. Turrialba (Costa Rica). 27 (4): 327-332.
- COOK, L.R. 1972. Chocolate production and use. New York. Books for Industry, Inc. 505 p.
- HANCOCK, B.L. 1962. The preparation of cocoa bean samples for quality assessment. In Cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance. Report of the Cocoa Conference 1961. London. 164-170 pp.
- KADEN, O.F. 1936. Ordnung de Kakaobsumtype for Zucht-und Bewetzungszwecke. In Gordian-Max Rieck G.M.B.H. Hamburg, Adhandlungen uber Kakao. 20-28 pp.
- PAIVA, M.; WRIGTH, D.C.; JANICK, J. 1982. Alkaloid variation in Theobroma cacao L. Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. 8<sub>a</sub>., Colombia, 1981. Londres. 229-231 pp.
- PREUSS, P. 1901. Expedition nach Central-und Sudamerika, 1899/1900. Berlin, Verlag des Kolonial-Wirtschaftlichen Komitess. 422 p.
- TIMBIE, D.J.; KEENEY, P.C. 1980. Comparasion of several types of cocoa beans relative to fractionated protein components Agri. and Food Chemistry. 28 (2): 472-474.
- VYLE, L.R. 1959. Chocolate flavour: Its assessment and Speculation as to its probable origin. Tropical Agri. (Trinidad). 36 (4): 287-298.
- VYLE, L.R. 1963. The flavour cocoas. Technical Circular No. 233. Leatherhead, Inglaterra. The British Food Manufacturing Industry Research Association. 11 p. (mimiografiado).

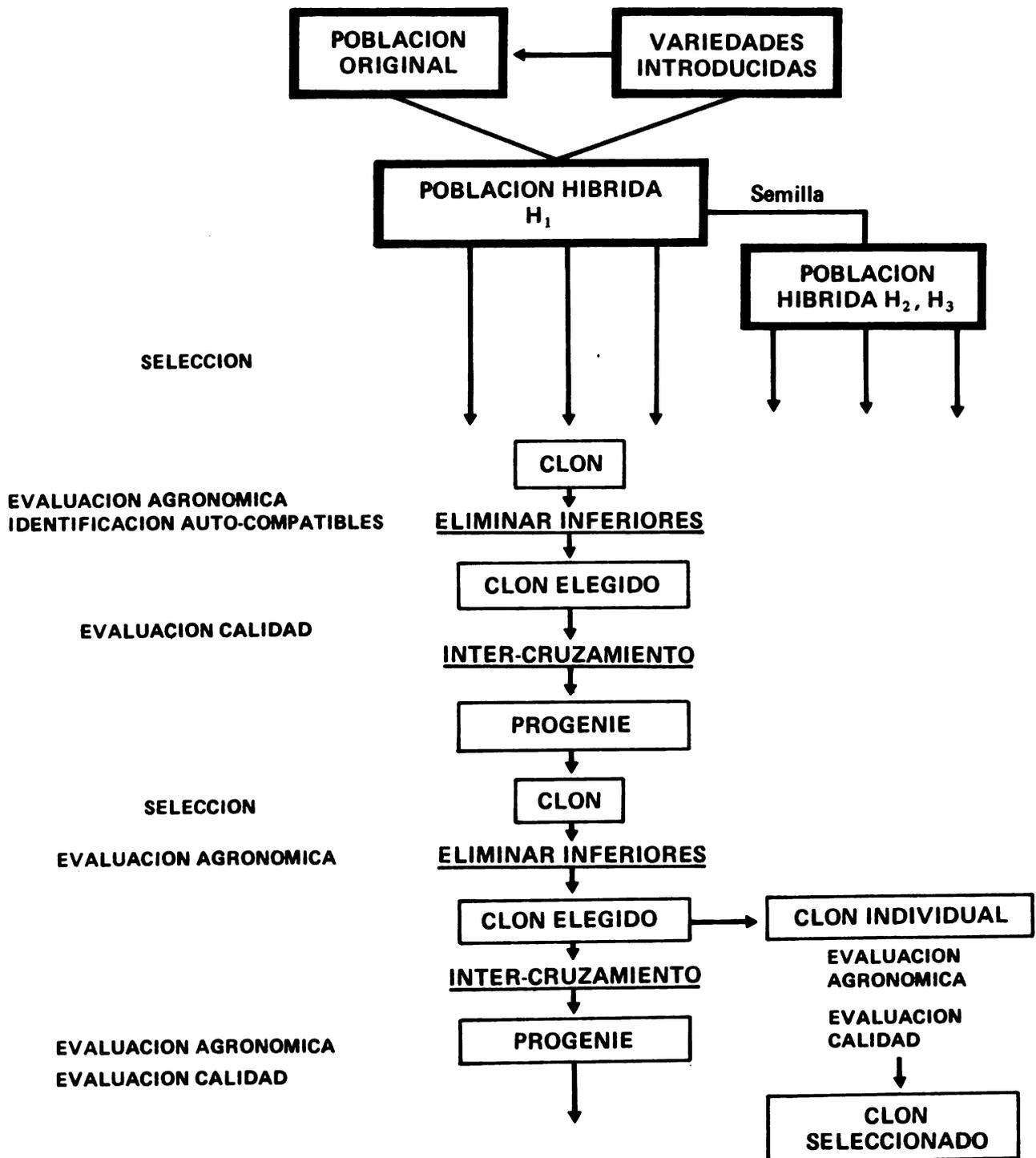
ANEXO 1



ANEXO 2



ANEXO 3



- 1 - USAR SEMILLAS DE LOS INTERCRUZAMIENTOS
- 2 - REPETIR PROCESO CRUZAMIENTO Y SELECCION



II. CONSIDERACIONES SOBRE EL MEJORAMIENTO GENETICO  
DEL CACAO EN CEPLAC  
CEPEC<sup>2</sup>

Geraldo Adami Carletto<sup>1</sup>  
Messias Gonzaga Pereira<sup>1</sup>

El programa de mejoramiento genético del cacao dirigido por el Centro de Investigaciones de Cacao (CEPEC) comenzó en 1964 y su objetivo principal es producir variedades agronómicamente superiores, con altos rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades y con semillas de buena calidad.

Antes de ser creado el CEPEC, los trabajos sobre mejoramiento fueron llevados a cabo por el Instituto de Cacao de Bahía y por el Instituto Agronómico del Este, en el Estado de Bahía, y por la Estación Experimental de Goitacazes, en el Estado de Espírito Santo, instituciones responsables por la selección de clones de las series SIC, SIAL y EEG, respectivamente. Estas selecciones son legítimos representantes del complejo genético forastero amazónico, que localmente son denominados como "Pará", "Parazinho", "Comúm" y "Maranhao" y que en conjunto representan el tipo "Común-Bahía". Debido a la importancia de sus características agronómicas, estas selecciones siguen

---

1 Investigador, M.S., CEPLAC-CEPEC. 45.600 Itabuna, Bahía, Brasil.

2. Seminario Regional de PROCACAO. "Manejo de germoplasma en cacao", CATIE, Turrialba, Costa Rica el 19'20 de octubre de 1989.

hasta hoy constituyendo la base del programa del CEPEC.

Con el propósito de aumentar la variabilidad genética disponible para los trabajos de mejoramiento, se introdujeron diversos genotipos de los grupos Trinitarios, Criollo y Forastero, permitiendo, de esta manera, formar una colección de germoplasma con 570 introducciones. Esta colección deberá ampliarse anualmente, a través de la introducción de nuevos genotipos provenientes principalmente de la Amazonia brasileña, donde CEPLAC, en los últimos 12 años, por medio de expediciones botánicas regulares, consiguió reunir cerca de 25 mil genotipos.

Los trabajos sobre hibridación comenzaron a partir de 1965 y se realizaron, básicamente, dos categorías de cruzamientos: selecciones locales x selecciones introducidas y selecciones locales x selecciones locales.

Este procedimiento es considerado como clásico, ya que la literatura indica que el vigor híbrido en cacao puede ser obtenido a través del cruzamiento entre individuos genéticamente o geográficamente aislados. De esta forma, las primeras recomendaciones sobre el material genético se basaron en: 1) los resultados publicados en otros países, sobre el valor genético de los clones como progenitores de los híbridos; 2) observaciones preliminares del vigor vegetativo de las plantas en los experimentos llevados a cabo en CEPEC; y 3) la evaluación preliminar de algunos

componentes de producción como el número de frutos por planta, el tamaño de las semillas y la tasa de infección natural por Phytophthora spp. De ahí que alrededor de 1969, las primeras semillas híbridas se distribuyeron a los agricultores como una mezcla, en donde los CV 'UF 613', 'UF 168', 'UF 667', 'SCA 12', 'SAC 6', 'P 7', 'P 12', 'ICS 1', 'ICS 6', 'ICS 8', e 'IMC 67' fueron progenitores masculinos para los híbridos con las selecciones locales SIC.

A principios de la década de los 80, las combinaciones híbridas hasta entonces distribuidas fueron mejor evaluadas en forma sistemática, tanto al nivel experimental como en la forma de una plantación extensiva. El análisis conjunto de las principales características vegetativas y productivas indicó que la mezcla de híbridos presentaba: 1) gran variabilidad fenotípica entre plantas y entre los cruzamientos; 2) la presencia de plantas estériles; 3) la producción igual o inferior a la planta testigo; 4) la mortalidad de plantas debido a la baja relación entre la parte aérea/sistema radicular; 5) presencia de frutos partenocárpicos; 6) alta tasa de infección natural de los frutos por Phytophthora spp; 7) alta relación entre la cáscara del fruto/semilla; 8) alto porcentaje de semillas blancas; 9) semillas con peso inferior a 1 gramo, entre otros problemas. Estos resultados permitieron una reflexión profunda sobre el problema, abriendo así espacio para que modificaciones substanciales que pudieran ser procesadas. Por ejemplo, en el Cuadro No.

1, los datos se refieren al ensayo llevado a cabo en CEPEC en 1975 bajo el esquema de dialelo. Si se utiliza como factor de selección las variables de producción de cacao húmedo por hectárea y el peso de la semilla húmeda por fruto, las mejores combinaciones híbridas son aquellas que involucran las selecciones locales (SIC y SIAL) con el progenitor ICS 1. Las combinaciones que involucran el progenitor IMC 6 fueron inferiores, en términos de productividad, a las combinaciones entre las selecciones locales. Los resultados del Cuadro No. 2 se refieren al ensayo llevado a cabo en CEPEC en 1965, en el que, así como en el ensayo anterior, las mejores combinaciones fueron aquellas entre los clones SIC x ICS 1. Las combinaciones hechas con el progenitor UF 613 se mostraron ligeramente inferiores a los híbridos entre las selecciones SIC. En el Cuadro No. 3 se encuentran los resultados del ensayo llevado a cabo en CEPEC en 1967, constituido por selecciones de Catongo cruzadas con diversos progenitores introducidos. Los híbridos involucrados 'UF 613' y 'IMC 67' tuvieron un comportamiento ligeramente superior al testigo "Catongo". Aquellos con 'SCA 6' y 'SCA 12', a pesar de haber superado al testigo en productividad, presentaron un peso promedio de semillas por fruto bastante inferior. Nuevamente se observa que se destacan los progenitores 'ICS 1 y 'ICS 8' que hasta superaron a los híbridos de Scavina, no solamente en términos de tamaño de fruto sino que también en productividad. Los resultados del Cuadro No. 4 se refieren

al ensayo llevado a cabo en CEPEC en 1981, donde se observa que el testigo Comum superó a los híbridos que tienen como uno de los progenitores al 'UF 613' o al 'UF 667'. En las combinaciones con 'IMC 67' no hubo diferencia con el testigo y existe una concordancia con los otros resultados en relación al comportamiento de los progenitores 'ICS 1 e 'ICS 6'.

Naturalmente, la recomendación varietal es un proceso dinámico y, basada en los resultados experimentales, nuevas alteraciones serán procesadas en el futuro. Diversos progenitores en fase de evaluación vienen demostrando excelentes cualidades agronómicas, principalmente en términos de precocidad, uniformidad y producción. Entre ellos se destacan 'PA 150', 'MA 15', 'P 7', 'EEG 65', 'SPA 17' y 'APA 4' en combinaciones con algunos clones de las series SIC, SIAL y CEPEC.

En base a los resultados experimentales disponibles, la recomendación, en este momento, del material genético para la plantación hecha por el CEPEC es la del bloque de selecciones SIC y SIAL cruzadas con los progenitores ICS 1, ICS 6 y ICS 8. Son en total 30 combinaciones híbridas que, en promedio, presentan las siguientes características: 1) plantas de vigor medio, porte regular, y poca variabilidad; 2) productividad superior a 2.200 Kg de cacao seco por hectárea; 3) peso promedio de semillas húmedas por fruto mayor a 120 gr.; 4) peso promedio de semilla seca de aproximadamente 1.25 gr. ;

5) tasa de infección natural por Phytophthora spp. inferior a 10%; y 6) contenido de grasa de aproximadamente 56%.

#### ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL CACAOTERO DEL CEPEC

Fundamentalmente, el programa de mejoramiento genético del cacao de CEPEC sigue la línea clásica de mejoramiento de la especie que es la de producir variedades de alto rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades y con semillas de un tamaño que sea capaz de aumentar el rendimiento industrial. Para lograr estos objetivos se observan algunos puntos que se consideran fundamentales: 1) la estructura y la secuencia lógica del programa para que objetivos a corto, medio y largo plazo puedan ser logrados; 2) aspectos cuali-cuantitativos del material genético que no alteren al producto en un patrón básico conocido internacionalmente; y 3) la utilización de métodos y/o técnicas más modernas.

El programa de mejoramiento (Fig. 1) sigue un esquema circular donde cada tema es tratado como un proyecto específico. Así el trabajo es intenso cuando se forma un banco de germoplasma que sea capaz de aportar la variabilidad necesaria al mejoramiento. Los recursos genéticos son recogidos, seleccionados, evaluados y descritos de manera que el fitomejorador disponga de toda la

información necesaria sobre el material. También se realizan algunos estudios de carácter básico como: desarrollo de progenitores endógamos; mecanismos de la herencia, de la incompatibilidad; resistencia a plagas y enfermedades y calidad de la semilla. Es obvio que en secuencia todas estas informaciones, en último análisis, irán a ayudar a dirigir el proyecto principal y el objetivo final del programa que es el del desarrollo y evaluación de cultivares a través de la vía sexual y asexual. Este proyecto, por su extensión, exige, además de los conocimientos ya mencionados, las técnicas de apoyo del proceso de mejoramiento y un amplio dominio del concepto de población. Actualmente este programa está siendo dirigido obedeciendo el siguiente esquema:

1. Ensayo exploratorio: Esta fase pretende evaluar la potencialidad del clon como progenitor. Los ensayos son planeados en base al diseño experimental Carolina del Norte II, donde con capacidad de combinación conocida y considerado como indicador. En parcelas únicas de 36 plantas son evaluados: el vigor, la precocidad, porte, uniformidad; incompatibilidad; número de frutos sanos; número de frutos atacados por la mazorca negra; número de frutos atacados por otras enfermedades por fruto y por hectárea; índice de fruto; índice de semillas; relación cáscara/semilla y porcentaje de grasa.

Estas informaciones son recogidas durante 5-6

años, período que se considera capaz de proporcionar los elementos de juicio. La interpretación de los resultados trata de esta manera, de identificar los genotipos nítidamente inferiores, basándose principalmente en los caracteres menos influenciados por el medio ambiente y que son de importancia agronómica.

2. Ensayo preliminar: En esta fase se prueban los progenitores que se comportan mejor. De nuevo, se utiliza el esquema de cruzamiento Carolina del Norte II y los ensayos se establecen por medio de un diseño experimental de bloques escogidos al azar con cuatro repeticiones y 16 plantas por parcela.

La evaluación es hecha basándose en los componentes de producción. Durante los 3 primeros años (3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> años) la recolección es hecha a nivel de parcela.

Los caracteres evaluados en la fase exploratoria son re-evaluados teniendo en cuenta que en la fase exploratoria la selección es del progenitor y en ésta la selección es de la progenie.

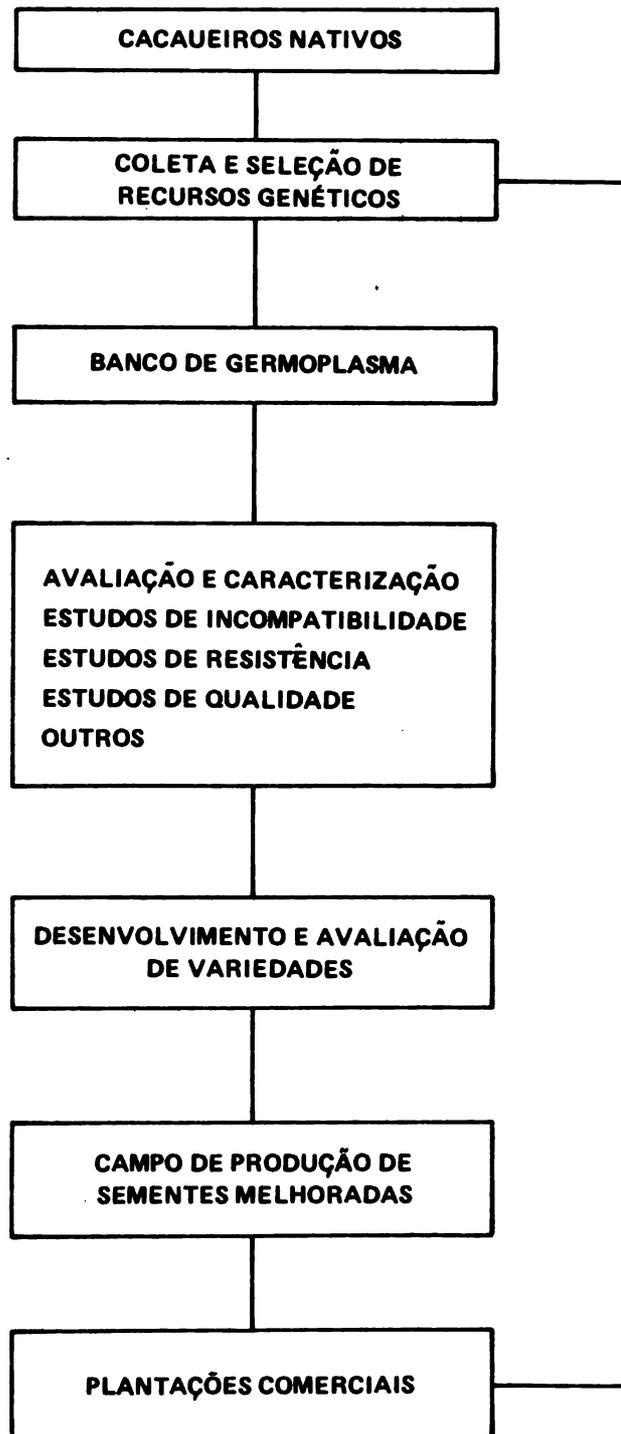
3. Ensayos regionales: Las mejores progenies de la fase anterior van a constituir el círculo de evaluación de cultivos ya que de esta manera es posible identificar los mejores genotipos para cada región de adaptación.

Los ensayos se realizan en forma de una red, en N ambientes representativos, bajo el esquema experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y 16 plantas por parcela.

La evaluación de comportamiento del material se realiza a nivel de parcela durante los ocho primeros años después de su implantación.

Figura 1. MELHORAMENTO GENÉTICO DO CACAUEIRO

## FLUXOGRAMA



**Quadro 1. Valores médios de produção expressos na forma de peso de sementes úmidas por hectare (PSU/ha), peso de sementes úmidas por fruto (PSU/F) e percentagem de frutos doentes (F.D.). (Ensaio 01. CEPEC, Ilhéus, BA).**

| GENÓTIPOS                | PSU/ha<br>(kg) |              | PSU/F<br>(g) |            | FD<br>(%)   |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|
|                          | 1987           | 1988         | 1987         | 1988       | 1988        |
| IMC 67 X CC 41           | 3 425          | 3 677        | 93           | 114        | 1.0         |
| IMC 67 X SIAL 169        | 3 174          | 3 893        | 101          | 119        | 0.2         |
| IMC 67 X CEPEC 1         | 2 932          | 3 047        | 104          | 127        | 0.2         |
| IMC 67 X ICS 1           | 3 734          | 3 670        | 141          | 156        | 1.4         |
| IMC 67 X SIC 19          | 2 938          | 3 724        | 98           | 112        | 0.5         |
| CC 41 X SIAL 169         | 5 087          | 5 162        | 87           | 100        | 4.4         |
| CC 41 X CEPEC 1          | 3 728          | 4 177        | 90           | 96         | 1.1         |
| CC 41 X ICS 1            | 5 397          | 5 201        | 108          | 115        | 1.0         |
| CC 41 X SIC 19           | 5 586          | 5 415        | 88           | 98         | 3.5         |
| SIC 169 X IMC 67         | 2 492          | 3 527        | 101          | 124        | 0.3         |
| SIAL 169 X CC 41         | 3 724          | 4 240        | 89           | 100        | 2.9         |
| SIAL 169 X CEPEC 1       | 5 178          | 4 824        | 105          | 115        | 0.5         |
| SIAL 169 X ICS 1         | 5 423          | 5 318        | 129          | 136        | 1.8         |
| SIAL 169 X SIC 19        | 5 307          | 4 701        | 94           | 108        | 6.1         |
| CEPEC 1 X IMC 67         | 2 926          | 3 155        | 105          | 117        | 0.3         |
| CEPEC 1 X CC 41          | 3 752          | 3 833        | 88           | 100        | 0.8         |
| CEPEC 1 X SIAL 169       | 3 708          | 3 948        | 102          | 112        | 0.6         |
| CEPEC 1 X ICS 1          | 4 779          | 4 517        | 123          | 125        | 0.3         |
| CEPEC 1 X SIC 19         | 4 434          | 4 645        | 99           | 106        | 0.3         |
| ICS 1 X IMC 67           | 4 174          | 3 920        | 133          | 142        | 1.0         |
| ICS 1 X CC 41            | 5 246          | 4 791        | 110          | 117        | 0.7         |
| ICS 1 X SIAL 169         | 5 336          | 5 439        | 127          | 132        | 2.0         |
| ICS 1 X CEPEC 1          | 4 977          | 5 344        | 123          | 128        | 0.4         |
| ICS 1 X SIC 19           | 5 583          | 5 232        | 121          | 123        | 0.9         |
| SIC 19 X IMC 67          | 2 890          | 3 486        | 94           | 116        | 0.4         |
| SIC 19 X CC 41           | 4 614          | 4 803        | 91           | 103        | 3.8         |
| SIC 19 X SIAL 169        | 3 042          | 3 197        | 88           | 105        | 2.3         |
| SIC 19 X CEPEC 1         | 2 324          | 2 167        | 92           | 103        | 1.3         |
| SIC 19 X ICS 1           | 5 389          | 5 392        | 117          | 123        | 1.1         |
| SIC 19 X AUTO            | 3 395          | 3 571        | 88           | 100        | 0.9         |
| CC 41 X AUTO             | 3 040          | 2 703        | 78           | 83         | 0.5         |
| SIAL 169 X AUTO          | 4 572          | 3 823        | 94           | 101        | 6.9         |
| CEPEC 1 X AUTO           | 2 036          | 1 882        | 94           | 104        | 0.9         |
| ICS 1 X AUTO             | 2 750          | 2 081        | 132          | 123        | 1.8         |
| <b>MEDIA GERAL</b>       | <b>4 032</b>   | <b>4 084</b> | <b>104</b>   | <b>115</b> | <b>1.6</b>  |
| <b>C.V. (%)</b>          | <b>22.9</b>    | <b>24.2</b>  | <b>6.2</b>   | <b>6.0</b> | <b>98.0</b> |
| <b>D.M.S. (Tukey 5%)</b> | <b>2 589</b>   | <b>2 771</b> | <b>18</b>    | <b>15</b>  | <b>4.4</b>  |

Quadro 2. Valores médios de produção expressos na forma de peso de sementes úmidas por hectare (PSU/ha), peso de sementes úmidas por fruto (PSU/F) e percentagem de frutos doentes (F.D.). (Ensaio 04. CEPEC, Ilhéus, BA).

| GENÓTIPOS          | PSU/ha<br>(kg) |         | PSU/F<br>(g) |      | FD<br>(%) |      |
|--------------------|----------------|---------|--------------|------|-----------|------|
|                    | 1987           | 1988    | 1987         | 1988 | 1987      | 1988 |
| SIC 2 X ICS 1      | 5 254          | 5 193   | 114          | 122  | 1.4       | 1.8  |
| SIC 4 X ICS 1      | 3 772          | 4 084   | 117          | 121  | 1.3       | 1.0  |
| SIC 5 X ICS 1      | 6 518          | 7 099   | 123          | 127  | 1.2       | 1.3  |
| SIC 17 X ICS 1     | 5 265          | 5 778   | 133          | 137  | 1.4       | 1.3  |
| SIC 19 X ICS 1     | 4 838          | 5 517   | 122          | 129  | 1.8       | 1.7  |
| SIC 20 X ICS 1     | 5 427          | 6 026   | 119          | 127  | 1.2       | 1.4  |
| SIC 22 X ICS 1     | 4 931          | 5 639   | 117          | 126  | 0.9       | 0.7  |
| SIC 23 X ICS 1     | 6 225          | 6 821   | 122          | 127  | 1.3       | 1.6  |
| SIC 24 X ICS 1     | 5 243          | 5 888   | 116          | 122  | 1.4       | 0.9  |
| Média              | 5 275          | 5 782   | 120          | 126  | 1.3       | 1.3  |
| SIC 813 X ICS 1    | 5 101          | 5 494   | 127          | 121  | 2.1       | 1.6  |
| SIC 823 X ICS 1    | 4 370          | 5 094   | 126          | 129  | 1.9       | 2.2  |
| Média              | 4 736          | 5 294   | 127          | 125  | 2.0       | 1.9  |
| SIC 2 X UF 613     | 3 771          | 3 919   | 111          | 121  | 1.4       | 1.7  |
| SIC 4 X UF 613     | 3 545          | 3 385   | 111          | 120  | 1.3       | 2.0  |
| SIC 5 X UF 613     | 3 355          | 3 658   | 117          | 130  | 1.7       | 1.8  |
| SIC 17 X UF 613    | 2 848          | 2 918   | 120          | 129  | 1.3       | 1.3  |
| SIC 19 X UF 613    | 2 738          | 2 856   | 112          | 121  | 1.3       | 1.7  |
| SIC 20 X UF 613    | 2 826          | 3 004   | 116          | 126  | 1.3       | 1.3  |
| SIC 21 X UF 613    | 1 791          | 2 049   | 122          | 128  | 2.3       | 1.6  |
| SIC 22 X UF 613    | 2 711          | 3 080   | 116          | 127  | 1.3       | 0.8  |
| SIC 23 X UF 613    | 2 332          | 2 760   | 124          | 134  | 1.2       | 1.2  |
| SIC 24 X UF 613    | 3 576          | 4 002   | 118          | 126  | 1.3       | 1.3  |
| Média              | 2 949          | 3 163   | 117          | 126  | 1.4       | 1.5  |
| SIC 813 X UF 613   | 3 175          | 3 117   | 127          | 136  | 1.6       | 0.9  |
| SIC 823 X UF 613   | 3 418          | 3 269   | 127          | 131  | 1.3       | 1.2  |
| Média              | 3 296          | 3 193   | 127          | 134  | 1.4       | 1.0  |
| SIC 815 X CEPEC 8  | 3 551          | 3 862   | 110          | 119  | 1.7       | 1.2  |
| SIC 864 X SIC 328  | 3 817          | 4 281   | 105          | 115  | 1.4       | 1.5  |
| SIC 864 X SIC 329  | 2 433          | 3 026   | 102          | 104  | 1.5       | 1.2  |
| MÉDIA              | 3 925          | 4 262   | 118          | 125  | 1.4       | 1.4  |
| C.V. (%)           | 26.2           | 27.0    | 5.9          | 7.0  | 54.6      | 53.2 |
| D.M.S. (Tukey, 5%) | 2 262          | 1 932.8 | 15           | 14.7 | 1.7       | 1.3  |

**Quadro 3. Valores médios de produção, expressos na forma de peso, de sementes úmidas por hectare (PSU/ha), peso de sementes úmidas por fruto (PSU/F) e percentagem de frutos doentes (FD). (Ensaio 08, CEPEC, Ilhéus, BA).**

| GENÓTIPO          | PSU/ha<br>(kg) |       | PSU/F<br>(g) |      | FD<br>(%) |
|-------------------|----------------|-------|--------------|------|-----------|
|                   | 1987           | 1988  | 1987         | 1988 | 1988      |
| SIC 982 X SCA 6   | 5 085          | 5 203 | 69           | 86   | 2.0       |
| SIC 831 X SCA 6   | 3 566          | 3 656 | 69           | 86   | 0.2       |
| SIC 948 X SCA 6   | 5 233          | 5 501 | 68           | 82   | 1.8       |
| SIC 961 X SCA 12  | 3 779          | 3 998 | 72           | 87   | 1.3       |
| SIC 952 X SCA 12  | 5 356          | 6 060 | 66           | 83   | 0.9       |
| SIC 864 X SCA 12  | 4 710          | 5 299 | 69           | 90   | 1.6       |
| SIC 826 X ICS 1   | 6 857          | 7 560 | 111          | 127  | 0.0       |
| SIC 827 X ICS 1   | 5 653          | 7 484 | 108          | 116  | 0.3       |
| SIC 828 X ICS 1   | 6 332          | 6 555 | 119          | 115  | 0.2       |
| SIC 856 X ICS 1   | 5 840          | 5 931 | 106          | 116  | 0.0       |
| SIC 827 X ICS 8   | 5 502          | 6 713 | 121          | 135  | 0.0       |
| SIC 955 X ICS 8   | 4 612          | 5 771 | 116          | 127  | 0.3       |
| SIC 958 X ICS 8   | 5 405          | 5 866 | 120          | 141  | 0.1       |
| SIC 1091 X ICS 8  | 5 143          | 6 733 | 113          | 127  | 0.1       |
| SIC 952 X ICS 8   | 5 220          | 5 998 | 119          | 132  | 0.2       |
| SIC 878 X IMC 67  | 3 655          | 3 867 | 105          | 127  | 0.0       |
| SIC 971 X IMC 67  | 4 092          | 4 660 | 97           | 113  | 0.2       |
| SIC 979 X IMC 67  | 3 546          | 4 197 | 93           | 112  | 0.3       |
| SIC 975 X IMC 67  | 3 137          | 3 663 | 103          | 115  | 0.5       |
| SIC 978 X IMC 67  | 4 292          | 5 102 | 90           | 104  | 0.2       |
| SIC 831 X IMC 67  | 4 289          | 5 062 | 105          | 103  | 0.5       |
| SIC 864 X IMC 67  | 5 059          | 5 781 | 98           | 115  | 0.2       |
| SIC 839 X IMC 67  | 4 271          | 4 345 | 110          | 125  | 0.3       |
| SIC 905 X UF 613  | 4 179          | 4 449 | 118          | 128  | 0.0       |
| SIC 904 X UF 613  | 4 312          | 4 196 | 109          | 125  | 0.2       |
| SIC 880 X UF 613  | 5 241          | 5 024 | 109          | 116  | 0.0       |
| SIC 847 X UF 613  | 4 428          | 3 826 | 111          | 124  | 0.3       |
| SIC 869 X UF 613  | 4 673          | 4 958 | 109          | 117  | 0.2       |
| SIC 854 X UF 613  | 4 322          | 4 280 | 100          | 106  | 0.7       |
| SIC 887 X UF 613  | 4 229          | 4 277 | 111          | 118  | 0.4       |
| SIC 806 X UF 613  | 4 360          | 4 642 | 91           | 115  | 0.0       |
| SIC 851 X UF 613  | 4 590          | 4 300 | 111          | 124  | 0.1       |
| SIC 864 X UF 613  | 4 539          | 3 809 | 120          | 131  | 0.2       |
| CATONGO           | 4 126          | 4 122 | 90           | 93   | 0.1       |
| MÉDIA             | 4 743          | 5 125 | 101          | 114  | 0.4       |
| C.V. (%)          | 20.4           | 18.6  | 6.9          | 7    | 149.0     |
| D.M.S. (Tukey 5%) | 3 178          | 3 126 | 23           | 28   | 91.3      |

Quadro 4. Valores médios de produção, expressos na forma de peso de sementes úmidas por hectare (PSU/ha), peso de sementes úmidas por fruto (PSU/F) e percentagem de frutos doentes (FD). (Ensaio 35. CEPEC, Ilhéus, BA).

| GENÓTIPO          | PSU/ha<br>(kg) |       | PSU/F<br>(g) |      | FD<br>(%) |      |
|-------------------|----------------|-------|--------------|------|-----------|------|
|                   | 1987           | 1988  | 1987         | 1988 | 1987      | 1988 |
| ICS 1 X SIAL 169  | 4 210          | 5 529 | 117          | 133  | 0.12      | 0.62 |
| ICS 1 X SIC 250   | 3 510          | 4 600 | 107          | 115  | 0.00      | 0.28 |
| ICS 1 X SIC 831   | 3 990          | 4 282 | 117          | 117  | 0.00      | 0.06 |
| ICS 1 X SIC 864   | 4 330          | 5 239 | 114          | 123  | 0.00      | 0.20 |
| ICS 1 X SIC 891   | 4 380          | 4 823 | 118          | 113  | 0.00      | 0.11 |
| IMC 67 X SIAL 169 | 2 300          | 2 408 | 96           | 110  | 0.00      | 0.00 |
| IMC 67 X SIC 250  | 2 590          | 3 145 | 89           | 108  | 0.00      | 0.09 |
| IMC 67 X SIC 831  | 3 270          | 3 905 | 105          | 119  | 0.00      | 0.23 |
| IMC 67 X SIC 864  | 2 790          | 3 613 | 100          | 115  | 0.00      | 0.03 |
| IMC 67 X SIC 891  | 2 870          | 3 403 | 97           | 114  | 0.17      | 0.17 |
| UF 613 X SIAL 169 | 1 650          | 1 937 | 98           | 114  | 0.00      | 0.00 |
| UF 613 X SIC 250  | 2 150          | 2 344 | 97           | 102  | 0.00      | 0.15 |
| UF 613 X SIC 831  | 2 320          | 2 438 | 106          | 125  | 0.00      | 0.17 |
| UF 613 X SIC 864  | 2 360          | 1 976 | 110          | 112  | 0.00      | 0.04 |
| UF 613 X SIC 891  | 2 430          | 2 437 | 104          | 117  | 0.00      | 0.36 |
| UF 667 X SIAL 169 | 2 440          | 2 418 | 120          | 132  | 0.00      | 0.00 |
| UF 667 X SIC 250  | 2 480          | 2 019 | 109          | 121  | 0.00      | 0.11 |
| UF 667 X SIC 831  | 2 410          | 1 778 | 105          | 106  | 0.00      | 0.43 |
| UF 667 X SIC 891  | 3 050          | 2 721 | 109          | 121  | 0.00      | 0.00 |
| ICS 6 X SIAL 169  | 3 870          | 3 684 | 131          | 145  | 0.12      | 0.18 |
| ICS 6 X SIC 250   | 3 720          | 4 014 | 124          | 130  | 0.20      | 0.18 |
| ICS 6 X SIC 831   | 3 360          | 3 247 | 136          | 150  | 0.00      | 0.00 |
| ICS 6 X SIC 891   | 3 690          | 4 764 | 131          | 145  | 0.54      | 0.51 |
| "COMUM"           | 2 690          | 3 224 | 81           | 98   | 0.00      | 0.08 |
| MÉDIA             | 3 040          | 3 331 | 109          | 120  | 0.10      | 0.17 |
| C.V. (%)          | 21             | 23    | 6            | 9    | -         | 198  |
| D.M.S. (Tukey 5%) | 1 540          | 1 810 | 16           | 25   | -         | 0.18 |

### III. INJERTOS TIPO U INVERTIDA EN CACAO

Donald Puerto M\*  
Tito Jiménez\*\*

#### Compendio

Con el objetivo de sustituir árboles mal formados de verticilos altos, con ramas quebradas o lesionadas, se hicieron 1.500 injertos tipo U invertida en una plantación de 72 Mz de cacao de 18 meses de edad.

La finca se ubica en Santa Cruz de Yojoa, Honduras a 500 mts sobre el nivel del mar, suelo inceptisol de 3-4 pies de profundidad, pH de 4,5 y baja fertilidad, clima con ocho meses lluviosos y cuatro de sequía, con riego por aspersión.

La injertación empezó en junio 1987, directamente en el campo, usando como patrones la mezcla de híbridos provenientes del Jardín Clonal del INA de madres EET-95, EET-162, UF-29, UF-613, UF-654, UF-667, POUND-12, ICS-6 y como padres; CATONGO, IMC-67, POUND-7, POUND-12, UF-29, SCA-6 y SCA-12.

---

\* Gerente General, Agrícola Ganadera "Santa Cruz" S.A. de C.V. Productores, Compradores y Exportadores de Café, Cacao y Marañón.

\*\* Asesor Técnico, FEPROEXAAH/APROCACAO, Honduras. Seminario Regional de PROCACAO "Manejo de Germoplasma en Cacao". CATIE, Turrialba, Costa Rica. 19 y 20 de Octubre, 1989.

Las yemas provinieron de los clones citados y de árboles híbridos de 10 años seleccionados en tres cosechas. El injertador especializado hizo 200 injertos por día, pegando el 95%. Las yemas brotaron a 15 días de la injertación, creciendo rápidamente, apareciendo las primeras flores a los ocho meses y los primeros frutos cosechados a los 18 meses. Un 70% de los injertos lograron alcanzar en su porte a los árboles adjuntos provenientes de semilla. Un 27% proveniente de patrones débiles quedaron rezagados y 3% se perdieron por varias razones. A los 26 meses, los injertos miden hasta 120 pulgadas de alto por 1.5 pulgadas de grueso, un follaje exuberante y una buena producción.

**IV. SITUACION ACTUAL, CONOCIMIENTO Y UTILIZACION  
DE GERMOPLASMA EN CACAO EN HONDURAS**

**José Angel Castellanos\***

La zona cacaotera de Honduras se encuentra localizada en el norte del país, dividida en tres áreas importantes que son: Cuyamel en el área del mismo nombre desde la frontera con Guatemala hasta el Puerto de Omoa, Guaymas al este del Valle de Sula y La Masica desde el Puerto de Tela hasta la comunidad de Balfate en la planicie costera. Las tres áreas poseen una carretera asfaltada, de las que parten carreteras secundarias y caminos, algunos de ellos de difícil transitabilidad, hasta los principales núcleos de producción. Únicamente el área de La Masica posee servicios de electricidad en la mayoría de sus principales sectores cacaoteros.

La Secretaría de Recursos Naturales a través del Programa de Extensión Agrícola desde el año 1951, ha venido brindando asistencia técnica a los cultivadores de cacao en el país. Lográndose un mejoramiento de los cultivares por medio de Germoplasma importado de Costa Rica.

Posteriormente se logró establecer un Jardín Clonal por parte del Instituto Nacional Agrario (INA) en San Juan Pueblo en el año 1978; de donde se ha estado sacando Germoplasma de los clones más promisorios a fin de incrementar el área cultivada. Así mismo, ha habido un interés por parte del Estado en la capacitación de los extensionistas con el fin de brindar una asistencia técnica más científica a los productores, con lo cual se ha podido

\*  
N.L. Secretaría de Recursos Naturales  
Fallecido trágicamente en accidente de SAHSA en Tegucigalpa el 21 de octubre de 1989.

elevar aunque no en gran medida el índice de producción de los cacaotales existentes en el país; sin poder llegar hasta el momento a un índice de productividad deseable (X 12qq/Ha/año) aún cuando se ha querido implementar un alto grado de tecnificación del cultivo, no se ha podido lograr por varios factores: grado cultural de los productores; falta de financiamientos blandos; nivel socioeconómico de los productores; falta de una política agraria en beneficio de los productores; infraestructura deficiente para el manejo pos-cosecha; fluctuaciones de los precios en el mercado y falta de organización de los productores.

Lo que da como consecuencia que la mayoría de los productores de cacao vivan una economía de sub-sistencia, que no les permite elevar la producción y productividad. Sumándose a esto en gran parte al mal manejo del cultivo como lo es: Regulación de sombra, fertilización, podas, deschupone, control de plagas. Lo que a un no les permite manejar sus cacaotales como una empresa altamente rentable, sino que como un medio de sub-sistencia familiar.

La Secretaría de Recursos Naturales a través del Departamento de Extensión Agrícola, en coordinación con otras instituciones como : La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Banco Nacional de Desarrollo Agrícola (BANADESA), Asociación de Productores de Cacao de Honduras (APROCACAO), Instituto Nacional Agrario (INA), Instituto de Formación Profesional (INFOP), han venido desarrollando árdua jornada de capacitación a los productores de cacao, con el fin de elevar la producción y productividad; lo cual no se ha logrado debido a los factores anteriormente expuestos.

A través de la organización de algunos productores se

han adquirido créditos para la implementación del cultivo y manejo de fincas. Dándose el inconveniente de no contar en Honduras con la cantidad necesaria de Germoplasma clasificado con resistencia a plagas y enfermedades que se dan en las zonas cacaoteras. Y, que algunas veces se ha importado Germoplasma de Costa Rica que no responde a las condiciones de la zona.

En la actualidad a través de la capacitación se está dando gran énfasis a las labores básicas del manejo del cultivo, como una respuesta a la falta de créditos y bajos precios del mercado.

A la vez se está trabajando para alcanzar una política coherente al cultivo.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Situación actual de la producción de cacao en Honduras. Enero 1987. La Lima, Honduras C.A.



V. SITUACION DEL MATERIAL GENETICO DE  
CACAO EN HONDURAS Y SU FUTURO

Fernando Alvarez\*

Compendio

En Honduras existen aproximadamente 7,000 (Mz) de cacao, un 80% está en producción y 20% en plantía o crecimiento.

Del área cultivada 3,000 Mz (44% está siendo manejada y atendida por la Asociación desde 1986. El área atendida en producción por nuestro proyecto se compone de 78% de cacao local o variedad parecida al amelonado, caracterizado por alta homogeneidad en la planta y en el fruto, susceptible a enfermedades (Phytophthora P y Ceratocystis F) semilla mediana y una maduración uniforme concentrada durante octubre, diciembre. 12% del cacao productivo son híbridos importados o producidos localmente, estos presentan mayor resistencia a enfermedades y una cosecha más prolongada.

El 10% restante es un mezcla entre local e introducciones de materiales genéticos hechas por STICA-FAO en 1960 - 1965.

El área en crecimiento es mejor ya que un 43% son híbridos, un 45% es material local y un 12% son mezcla.

El futuro del cacao en Honduras es alentador ya que el

---

\* Gerente de Proyecto "APROCACAO HONDURAS".  
Seminario Regional de PROCACAO "Manejo de Germoplasma en cacao". CATIE, Turrialba, Costa Rica, 19 y 20 de Octubre, 1989

proyecto ha cambiado en 3 años las cifras de los tipos de cacao y actualmente está produciendo semilla híbrida controlada a través del convenio efectuado con el Gobierno de Honduras para un manejo conjunto del Jardín Clonal del INA, produciendo once híbridos bajo un control estricto de polinización marcando cada flor polinizada con hilo de colores. Se tiene un promedio de 300 polinizaciones por hombre, de las 6:00 am. a las 11:00 am. con un resultado de pega de 9% de polinización a cosecha, además al momento de procesar la semilla se hace una cuidadosa selección entregando de 25 a 30 semillas por fruto con mezcla de semilla de los híbridos restantes.

Además, en Honduras está el Jardín Clonal de la FHIA y del Instituto Hondureño del Café, con los cuales el material genético a ser entregado será de mejor calidad para las presentes y futuras siembras.

**VI. PERSPECTIVAS DE LA FHIA EN LA RECOLECCION Y EVALUACION  
DE GERMOPLASMA DE CACAO (Theobroma cacao L)**

**Jesús Sánchez\***

**RESUMEN**

En este trabajo se compendian las actividades que el Programa de Cacao de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola FHIA, está desarrollando con relación a la recolección y evaluación de material genético. Estas actividades comprenden la evaluación de 39 híbridos, de los 44 que tradicionalmente se habían recomendado para siembras en los países del área; la caracterización de 52 materiales recolectados localmente; el inicio y mantenimiento de un banco de germoplasma donde ya se han establecido y se les da mantenimiento a 122 materiales recolectados localmente o introducidos de otros países cacaoteros de Centro y Sur América.

Finalmente se dan a conocer aspectos sobre el establecimiento de un jardín clonal para la futura producción local de semilla híbrida utilizando aquellos cruces que mejor resulten en la prueba de híbridos y de este modo contribuir a la solución de uno de los principales problemas, que están limitando la expansión del cultivo en el país, como es la precaria disponibilidad del material genético mejorado y adaptado a las condiciones locales.

---

\* Jefe Programa de Cacao, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Apdo. Postal 2067, San Pedro Sula, Honduras.  
Seminario Regional de PROCACAO "Manejo de Germoplasma en Cacao" CATIE, Turrialba, Costa Rica el 19-20 de octubre de 1989

## INTRODUCCION

La gran variabilidad genética del Cacao (Theobroma cacao L.) ha influido en el amplio rango de adaptación de esta especie cultivada comercialmente en tierras ecuatoriales, que se extienden hasta los 20° de latitud Norte y Sur con alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,300 m (3). Esta gran variabilidad genética, favorecida por su condición de planta alógama y por la presencia del fenómeno de incompatibilidad que presentan muchos cultivares, ha permitido a los fitomejoradores la identificación de un sinnúmero de materiales con características particulares, las mismas que han llevado a su inclusión o descarte como progenitores de material sexual de propagación (semilla híbrida).

La precocidad, productividad y tolerancia ante algunos problemas de plagas y enfermedades mostrados por algunos "híbridos" (cruces dirigidos), ha influenciado para que en los últimos 25 años el uso de semilla híbrida se haya implementado en la mayoría de los países cacaoteros, como el método más económico y ventajoso de propagación. Sin embargo, la variabilidad que se presenta en una población de árboles procedentes de semilla, que implica a su vez una gran deformidad en la producción, tanto entre híbridos como entre plantas procedentes de un mismo cruce, motivan cada vez más discusiones entre quienes prefieren los "híbridos" (cruces dirigidos) como el mejor material de propagación y aquellos que abogan por el uso de material vegetativo, que garantiza una producción más uniforme y otros incluso, defienden el uso de semilla sexual procedente de materiales locales y de polinización abierta.

Junto con la variabilidad que se muestra en la producción de una población híbrida, producto de la gran diversidad de tipos genéticos que presenta la especie, aún existe gran falta de información sobre la adaptación y comportamiento productivo de los híbridos en diferentes condiciones ecológicas y de manejo. Así por ejemplo, en Honduras, donde la zona cacaotera se concentra a lo largo de la costa atlántica y en alturas que no sobrepasan los 200 m.s.n.m., no se dispone de ninguna información concluyente sobre el comportamiento de los distintos híbridos que conforman la mezcla de semilla sembrada por menos del 20% de los productores, que utilizaron este tipo de material en el establecimiento de sus plantaciones (5).

Además, independientemente de la variabilidad y comportamiento que presenten los materiales híbridos en una región determinada, es indispensable una permanente recolección y caracterización de materiales genéticos para detectar aquellos con mayor potencial productivo, teniendo muy en cuenta la calidad del grano, su adaptación a las condiciones del clima, suelo predominantes y su comportamiento ante los principales problemas de plagas y enfermedades que afectan el cultivo. Una actividad bien orientada en este aspecto permitirá una retroalimentación constante a los programas de mejoramiento del cacao (6) y le permitirá al fitomejorador afrontar los retos que se presentan cuando por condiciones de mercado (exceso de producción, por ejemplo), costos de producción y, o aparición de nuevos problemas fitopatológicos, obligan a la búsqueda de incrementos de productividad para poder competir y mantener la rentabilidad de este rubro agrícola, que bien podría convertirse en un importante factor de desarrollo para países de Centroamérica y el Caribe.

Por lo anterior, la Fundación Hondureña de

Investigación Agrícola (FHIA), a través de su Programa de Cacao, desde su inicio está dedicando esfuerzos, en la medida de sus posibilidades, a la recolección y evaluación de materiales genéticos con el propósito de detectar aquellos cruces que mejor se adaptan a las condiciones locales, así como nuevos cultivares que presenten potencial para utilizarlos en futuros trabajos de mejoramiento, tendientes a mejorar la calidad y los rendimientos. Las actividades que en este campo se realizan actualmente comprenden la evaluación de 39 híbridos, caracterización de materiales seleccionados localmente y la recolección y concentración en un banco de germoplasma de materiales encontrados en áreas del país no necesariamente con tradición cacaotera y que están en peligro de extinción, principalmente por la tala constante de los bosques. También hay interés y se han introducido materiales procedentes de otros países como Colombia, Brasil, Costa Rica, Guatemala, México y República Dominicana. A continuación se presenta una relación de estos trabajos y el avance que se tiene en cada uno de ellos.

#### **A. PRUEBA COMPARATIVA DE HIBRIDOS**

##### **1. Objetivo**

Calificar, bajo las condiciones de Honduras, el comportamiento productivo y la calidad del grano de híbridos de cacao usados para el establecimiento de siembras comerciales en el país y en otros países del área.

## 2. Localización

El ensayo fue localizado en el CEDEC, La Masica, que se encuentra a 20 m.s.n.m. y donde se registra una precipitación de 2,800 mm/año aproximadamente y una temperatura media de 26°C.

## 3. Metodología

El material genético de este estudio está conformado por híbridos debidamente identificados, que provienen de polinización controlada. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones y 10 plantas por parcela, sin dejar borde entre los distintos tratamientos conformados por cada uno de los 39 híbridos en estudio (Cuadro 1). Entre bloque y bloque (repetición) se estableció un borde de un surco con una mezcla de árboles de los híbridos en estudio. Como sombra temporal se utilizó plátano (Musa sp) y como sombra permanente guama (Inga sp). La distancia de siembra del cacao es de 3 x 3 m en cuadro.

Al momento del trasplante (julio, 1987) se hizo una lectura del diámetro y altura de cada arbolito, repitiéndose la lectura de diámetro cada 6 meses, pero la altura se leyó sólo hasta la aparición de la horqueta o molinillo. Los otros parámetros que se evalúan son: precocidad, número de frutos cosechados sanos y enfermos, peso húmedo de la semilla, enfermedades del tronco y una vez por semestre se determina el peso seco para saber el índice de mazorca e índice de semilla. También se evaluará el contenido de grasa, acidez y se harán pruebas organolépticas para el grupo de híbridos, que al final muestren un mejor potencial para el país o la región (1).

## B. CARACTERIZACION DE MATERIALES LOCALES

Los resultados de una encuesta realizada en 1986 por el Programa de Cacao de la FHIA, mostraron que el material genético sembrado por el 79 % de los productores es de origen local, incluyéndose aquí generaciones de F<sub>2</sub> ó F<sub>3</sub> de poblaciones híbridas, que inicialmente se trajeron del CATIE, Costa Rica. La mayoría de las plantaciones presentan un tipo de cacao que los productores denominan "cacao local o cacao indio", el cual presenta características fenotípicas, en cuanto a la mazorca y a la semilla, muy allegados al cacao tipo "Matina" de la costa atlántica de Costa Rica. Este material se muestra muy adaptado a las condiciones de la zona cacaoteras de Honduras, que presenta un problema generalizado de mal drenaje y un período de sequía de dos a tres meses. El cacao local o indio presenta frutos y almendras de tamaño mediano a pequeño, si se le compara con el tamaño de frutos y almendras de algunos híbridos. Se le anota como principal ventaja su uniformidad en la producción, mostrando que puede tratarse de un material altamente autocompatible.

Además de este tipo de material suelen encontrarse otros materiales, que al parecer descienden de las primeras poblaciones híbridas introducidas al país hace más de 30 años (algunos agricultores así lo creen). El potencial que pueden presentar algunos de los anteriores materiales, que muestran buena adaptación a las condiciones ecológicas predominantes y aún a las condiciones de manejo deficiente, condujeron a la realización del presente estudio de caracterización de materiales locales.

## 1. Objetivo

a) Determinar características de cacao locales relacionados con la capacidad de producción y su comportamiento ante enfermedades.

b) Identificar y probar algunos materiales como padres potenciales para la futura producción de semilla híbrida o como proveedores de yemas para la propagación vegetativa.

## 2. Localización

El estudio está localizado en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, donde se dan las condiciones climáticas ya mencionadas para el ensayo anterior.

## 3. Metodología

El estudio se realizará en dos etapas; en la primera, mediante visitas a fincas localizadas a lo largo de toda la zona cacaotera de Honduras, aquí se seleccionaron árboles que fenotípicamente se mostraban sobresalientes por el número y tamaño de frutos, estado sanitario, vigor, etc. Estos materiales fueron propagados por medio de injertos en el citado centro experimental de la FHIA (Cuadro 2). Los materiales se evaluarán en base a su comportamiento productivo (número de frutos, índice de mazorca e índice de semilla), vigor, tolerancia a enfermedades, entre otras características.

En la segunda etapa, en base a los parámetros evaluados

en la primera etapa, los árboles sobresalientes se cruzarán entre sí y con otros que se están utilizando como padres en la producción de semilla híbrida, finalmente se evaluarán los materiales provenientes de estos cruces, teniendo en cuenta sobre todo la producción, la calidad y el comportamiento ante enfermedades y, o plagas presentes.

Se utiliza un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, habiéndose realizado el trasplante de los materiales en septiembre - octubre, 1987. Se usó una distancia de siembra de 4 x 2 m y como sombra temporal plátano (Musa sp) y guama (Inga sp) como sombra permanente.

Los registros de producción y demás parámetros se iniciarán a partir de octubre, 1989.

### **C. Banco de Germoplasma**

Hay necesidad de disponer de un área para mantener y preservar materiales genéticos en peligro de extinción, principalmente por la tala constante de bosques. En Honduras y en otros países de la región suelen encontrarse ejemplares que pueden tener gran valor para futuros trabajos de mejoramiento. En este sentido es urgente coleccionar y preservar los materiales criollos puros o mezclados, que aún se encuentran especialmente en Centroamérica, principal centro de dispersión de este tipo de cacao. Lo anterior indujo al Programa de Cacao de FHIA a considerar dentro de sus funciones la implementación de un pequeño banco de germoplasma.

#### **1. Objetivo**

Mantener a disposición algunos materiales que son objeto de estudio o que guardan algún valor potencial para futuros trabajos de investigación.

## **2. Localización y área**

Los materiales colectados están siendo recopilados en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras, para lo cual se ha destinado un área de aproximadamente una hectárea, pero con posibilidades de expansión cuando sea necesario.

## **3. Metodología**

Desde 1987 se inició la colección, introducción y posterior siembra de materiales promisorios procedentes tanto de distintas áreas cacaoteras del país como de otros países cacaoteros de América tropical. Para esto se han aprovechado los viajes del personal técnico al exterior para la obtención y traslado de varetas que proveen yemas que se injertan en patrones descendientes de semillas de árboles locales. Actualmente se cuenta con materiales procedentes de Colombia, Brasil, República Dominicana, Costa Rica, México, Guatemala y Honduras. En el Cuadro 3 se da el número de materiales que se tienen según el país o área de procedencia.

### **D. JARDIN CLONAL**

Se inició desde 1987 el establecimiento de un jardín clonal para la producción futura de semilla híbrida y aún de material vegetativo, que sea requerido por futuros productores del país y, o de la región. Este jardín se estableció teniendo presente la limitada disponibilidad de semilla híbrida en el país, lo cual ha influido para que muy

pocos agricultores (menos del 20 %) utilicen material mejorado y también como un apoyo a la labor de investigación y transferencia tecnológica.

### **1. Objetivo**

Con el establecimiento del jardín clonal el Programa de Cacao busca disponer de la capacidad instalada para la producción de semilla híbrida como un insumo importante, que apoye la labor de investigación y transferencia tecnológica.

### **2. Localización y área**

El jardín se instaló en el CEDEC, La Masica, Atlántida, Honduras y tiene un área de 2.3 ha aproximadamente.

### **3. Metodología**

Cultivares procedentes del CATIE se propagan mediante injerto de yema sobre patrones de 4 a 5 meses de edad procedentes de semilla de cacao local y, o de semilla de polinización abierta de los clones IMC-67, EET-400 y SPA-9, PA-121, UF-613 y POUND-12, reconocidos como tolerantes a enfermedades del suelo (2,4). La distribución en el campo se hizo en tal forma que cada material que actúe como donante (padre) o receptor (madre) de polen estén en surcos contiguos para evitar confusiones y desplazamientos con el polen al momento de realizar el proceso de polinización manual controlada.

Se propagaron en el vivero y se trasplantaron posteriormente al campo 25 cultivares, algunos de los cuales ya están iniciando producción (Cuadro 4).

Un aspecto importante que se tuvo en cuenta con el establecimiento de este jardín clonal, fue que permitiera la producción local de los híbridos que muestren mejor comportamiento entre los 39 que se están evaluando en el mismo centro (CEDEC), como ya se mencionó en el literal A.

En el futuro aquellos clones que no presenten potencial porque los híbridos que originan no se muestran adaptados a las condiciones locales, serán reemplazados por otros clones introducidos o seleccionados localmente, por su potencial para futuros trabajos de mejoramiento que adelante el Programa.

## **E. Bibliografía**

1. ADAMI, C.G.; REIS M.W. & BARTLEY, B.G.D. 1983. Criterios para la selección de híbridos de cacao. Revista Theobroma 13 (4): 315-320.
2. ENGELS, J.M.M. 1985. Genetic resources of cocoa: A Catalogue of the CATIE Collection. Turrialba, Costa Rica, Plant Genetic Resources Unit. 240 p.
3. ENRIQUEZ, G.A. 1985. Curso sobre el Cultivo del Cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 240 p.
4. \_\_\_\_\_. Y SORIA, J. 1984. Mejoramiento genético para la resistencia a cinco enfermedades del cacao. Revisión de Literatura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 26 p.
5. FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA. 1987. Programa de Cacao. Situación actual del cultivo de cacao en Honduras. p.
6. KENNEDY, A.J.; LOCKOOD, G.; MOSSU, G.; SIMMONDS, N.W. and TAN, G.Y. Mayo, 1987. Cocoa Breeding: Past, present and Future. Cocoa Growers Bulletin. N° 38: 5-22.

**Cuadro 1. Cruces que conforman la prueba comparativa de híbridos. CEDEC, La Masica, Atlántida, 1989.**


---

|                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. UF-613 X SPA-9     | 21. UF-668 X POUND-12          |
| 2. POUND-12 X UF-667  | 22. UF-296 X CC-18             |
| 3. EET-96 X SCA-12    | 23. POUND-7 X UF-613           |
| 4. UF-677 X POUND-12  | 24. IMC-67 X SCA-12            |
| 5. UF-668 X POUND-7   | 25. UF-29 X UF-667             |
| 6. POUND-12 X CATONGO | 26. UF-12 X IMC-67             |
| 7. UF-29 X UF-613     | 27. POUND-7 X UF-668           |
| 8. EET-400 X SCA-12   | 28. UF-29 X CATONGO            |
| 9. UF-667 X SCA-12    | 29. UF-676 X IMC-67            |
| 10. POUND-7 X UF-667  | 30. POUND-12 X UF-12           |
| 11. EET-162 X SCA-12  | 31. UF-654 X POUND-7           |
| 12. UF-613 X POUND-12 | 32. UF-668 X IMC-67            |
| 13. UF-613 X POUND-7  | 33. UF-668 X IMC-67            |
| 14. IMC-67 X UF-654   | 34. UF-29 X POUND-668          |
| 15. SPA-9 X UF-613    | 35. UF-29 X POUND-7            |
| 16. UF-29 X SCA-12    | 36. UF-29 X IMC-67             |
| 17. UF-613 X IMC-67   | 37. UF-12 X POUND-7            |
| 18. EET-95 X SCA-6    | 38. UF-677 X IMC-67            |
| 19. EET-62 X SCA-6    | 39. CACAO LOCAL-TIPO AMELONADO |
| 20. IMC-67 X UF-613   |                                |

---

**Cuadro 2. Cultivares del ensayo sobre caracterización de materiales locales. CEDEC, La Masica, Atlántida. 1989.**

| Orden | Tipo de Material          | Localidad de Recolección |
|-------|---------------------------|--------------------------|
| 001   | Híbrido desconocido       | La Masica, Atlántida     |
| 002   | Cruce nat. con criollo*   | La Masica, Atlántida     |
| 003   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 004   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 005   | Cruce nat. con criollo*   | La Masica, Atlántida     |
| 006   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 007   | Cruce nat. con criollo*   | Cuyamel, Cortés          |
| 008   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 009   | Híbrido UF-668 X POUND-12 | CATIE, Costa Rica        |
| 010   | Híbrido UF-29 X UF-668    | CATIE, Costa Rica        |
| 011   | Cruce con criollo*        | Cuyamel, Cortés          |
| 012   | Cruce con criollo*        | Cuyamel, Cortés          |
| 013   | Amelonado local           | Balfate, Colón           |
| 014   | Amelonado local           | Balfate, Colón           |
| 015   | Amelonado local           | Balfate, Colón           |
| 016   | Híbrido desconocido       | Balfate, Colón           |
| 017   | Amelonado local           | Balfate, Colón           |
| 018   | Amelonado local           | Balfate, Colón           |
| 019   | Híbrido desconocido       | Sn Jn Pueblo, Atlán.     |
| 020   | Cruce con criollo*        | Cuyamel, Cortés          |
| 021   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 022   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 023   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 024   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 025   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 026   | Híbrido desconocido       | Cuyamel, Cortés          |
| 027   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 028   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 029   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 030   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 031   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 032   | Amelonado local           | Cuyamel, Cortés          |
| 033   | Cruce nat. con criollo*   | Cuyamel, Cortés          |
| 034   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 035   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 036   | Cruce nat. con criollo*   | Quezalapa, Comayagua     |
| 037   | Amelonado local           | Guaymas, Yoro            |
| 038   | Amelonado local           | Guaymas, Yoro            |
| 039   | Amelonado local           | Guaymas, Yoro            |
| 040   | Amelonado local           | Guaymas, Yoro            |
| 041   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 042   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 043   | Amelonado local           | La Masica, Atlántida     |
| 044   | Cruce nat. con criollo*   | Guaymas, Yoro            |
| 045   | Cruce nat. con criollo*   | Guaymas, Yoro            |
| 046   | Cruce nat. con criollo*   | Guaymas, Yoro            |
| 047   | Cruce nat. con criollo*   | El Naranjal, Masica      |
| 048   | Amelonado local           | Jutiapa, Atlántida       |
| 049   | Amelonado local           | Jutiapa, Atlántida       |
| 050   | Amelonado local           | Jutiapa, Atlántida       |
| 051   | Cruce nat. con criollo*   | La Unión, Atlántida      |
| 052   | Cruce nat. con criollo*   | Quezalapa, Comayagua     |

\* Con características de criollo pero no puro.

**Cuadro 3. Materiales introducidos al Banco de Germoplasma CEDEC, La Masica, Atlántida, 1989.**

| <b>Nombre del cultivar o No. Código</b>  | <b>Introducido de</b>  |
|--|--|
| EET- (67, 183, 273 y 399)                | CATIE, Costa Rica  |
| CC- (42, 137, 182, 210 y 266)            | CATIE, Costa Rica  |
| UF- (11, 42 y 273)                       | CATIE, Costa Rica  |
| PA- (65, 121 y 169)                      | CATIE, Costa Rica  |
| RB- 41                                   | CATIE, Costa Rica  |
| NA- 34                                   | CATIE, Costa Rica  |
| DIAMANTE- 800                            | CATIE, Costa Rica  |
| CRIOLLO- (1, 19 y 56)                    | CATIE, Costa Rica  |
| TALAMANCA- (01 al 10)                    | Reserva indígena de Talamanca, Costa Rica                          |
| SGU- (50, 68, 69, 71, 72, 88 y 89)       | Guatemala  |
| ML- (22, 75, 102, 103, 105, 106 y 107)   | Matalarga, República Dominicana                                    |
| ML- (Medio peso, Genoveva-2, Genoveva-5) | Matalarga, República Dominicana                                    |
| ML- (Pepino y Nativo)                    | Matalarga, República Dominicana                                    |
| RIM- (23, 68, 76-A, 75 y 117)            | Rosario, Izapas, México  |
| PORCELANA- 3                             | Venezuela  |
| MON- 1                                   | Colombia   |
| SSR- 12                                  | Colombia   |
| PQ                                       | Colombia   |
| Selecciones locales (Códigos 053 al 083) | Varias zonas de Honduras.  |
| Otros materiales (33)                    | Introducidos de la Estación Sub-Tropical de Agricultura (Florida). |
| <b>Total materiales introducidos</b>     | <b>122</b>   |

**Cuadro 4. Cultivares presentes en el jardín clonal. CEDEC, La Masica, Atlántida. 1989.**

| <b>Cultivares Presentes</b> | <b>No. de Plantas/Cultivar</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| CATONGO                     | 84                             |
| POUND- 12                   | 84                             |
| UF- 29                      | 225                            |
| UF- 613                     | 141                            |
| SPA- 9                      | 42                             |
| POUND- 7                    | 168                            |
| IMC- 67                     | 126                            |
| UF- 667                     | 126                            |
| UF- 12                      | 84                             |
| UF- 676                     | 53                             |
| UF- 677                     | 84                             |
| UF- 668                     | 84                             |
| UF- 654                     | 99                             |
| SCA- 12                     | 42                             |
| ICS- 6                      | 50                             |
| EET- 400                    | 42                             |
| EET- 162                    | 42                             |
| EET- 96                     | 42                             |
| EET- 48                     | 42                             |
| SCA- 6                      | 42                             |
| EET- 95                     | 42                             |
| EET- 62                     | 54                             |
| CC- 18                      | 42                             |
| UF- 296                     | 53                             |
| UF- 221                     | 20                             |
| <b>TOTAL</b>                | <b>1 913</b>                   |



VII. // EL BANCO DE GERMOPLASMA DE CACAO EN CATIE Y SU RELEVANCIA  
PARA EL DESARROLLO AGRICOLA DE CENTRO AMERICA,  
PANAMA Y REPUBLICA DOMINICANA\*

Jorge Morera\*\*

I. INTRODUCCION

El cacao (Theobroma cacao) es una especie con un 98% de alogamia; favorecida en su mayor parte por la estructura misma de la flor y por algunos sistemas de incompatibilidad presentes en las diferentes poblaciones.

Esta planta es nativa de las regiones cálido húmedas de América Tropical y ha sido cultivada desde épocas precolombinas por lo que existe un gran acervo de información sobre su cultivo en la región. Hoy día, a pesar de la baja en los precios, el cacao continúa siendo una importante fuente de ingresos para muchos agricultores y cooperativas de la regiones tropicales húmedas de América. En Centro América y República Dominicana existe una superficie cultivada estimada en 160.000 ha con un total de producción de aproximadamente 50000 toneladas lo que representa ingresos a la región por unos 60 millones de dólares anuales.

A manera de ejemplo, vale mencionar el caso de Costa Rica donde la producción nacional de cacao ha tenido grandes fluctuaciones, se observa una reducción drástica hasta de 2.143 toneladas métricas (TM) en 1983, después de que en 1979 había alcanzado un tope de 10.365 TM.

Según datos analizados, Costa Rica espera una cosecha para 1992 de 19784 TM y para 1995 de 11097 TM.

El cultivo del cacao en Centro América, Panamá y República Dominicana presenta gran diversidad de problemas: políticos, socioeconómicos y de índole agronómico. Desde el punto de vista agronómico, la especie presenta serios problemas patológicos y de productividad dado el rango tan amplio de condiciones agro-

---

climáticas que posee la región. Aún cuando se han hecho aunados esfuerzos para incrementar el rendimiento empleando híbridos provenientes de progenitores seleccionados por su alto rendimiento, no obstante, algunos de éstos son susceptibles a las principales enfermedades de esta especie.

La complejidad de las enfermedades que atacan el cultivo de cacao en la región en orden de importancia son Moniliophthora roreri (monilia), Phytophthora palmivora (mazorca negra) y Ceratocystis fimbriata (mal de machete). En algunos casos, la incidencia severa de esas enfermedades puede causar pérdidas hasta más de un 50% en el rendimiento.

Tomando en consideración la problemática del cacao descrita anteriormente y la necesidad de plantear alternativas de solución, el Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales del CATIE ha diseñado varios objetivos a fin de superar los variados problemas del cultivo de cacao en la región.

En este momento, se presenta una perspectiva global de las diferentes actividades que esta realizando el CATIE referente a cacao. Otros aspectos cubiertos en algún detalle incluye los problemas relacionados a la baja variabilidad del material genético criollo presente en el banco de germoplasma y la necesidad urgente de coleccionar esta diversidad dado que sufre erosión genética en mesoamérica y en las regiones adyacentes.

## II. OBJETIVOS

- Promover el desarrollo de genotipos (híbridos y/o clones) de cacao con alta compatibilidad y buenos rendimientos. Sostenibilidad de producción (tolerantes y/o resistentes a las principales enfermedades) y alta calidad industrial.
- Promover la exploración, colección, evaluación, documentación y estudios científicos del germoplasma de cacao criollo presente en Mesoamérica, Panamá y regiones adyacentes.
- Promover el desarrollo apropiado de la tecnología in vitro; para facilitar la multiplicación masiva de los genotipos superiores de cacao y preservar germoplasma por

períodos largos en condiciones apropiadas; con el objeto de intercambiar y/o distribuir germoplasma libre de patógenos y/o virus a los países de la región.

- Promover el establecimiento de experimentos y parcelas demostrativas permanentes de cacao élite en los países de la región. Coordinar con los Programas Nacionales de cada país el suministro de genotipos y paquetes tecnológicos validados en conjunto con el CATIE para su distribución a los agricultores.
- Promover la capacitación de personal técnico en la región y publicar los avances tecnológicos y prácticas culturales relacionados con el cultivo de cacao.

### **III. ORGANIZACION DEL AREA DE CACAO**

Con el objeto de contribuir al fortalecimiento de los programas nacionales e instituciones de la región se ha implementado un nuevo enfoque de las actividades que desarrollará el área de cacao en los próximos años.

Cada una de las secciones que se han identificado enfatiza la necesidad de investigar en problemas aún no resueltos que se detectan en los programas nacionales de los países miembros del CATIE.

Este nuevo enfoque pretende estimular las actividades interinstitucionales y ayudar a identificar oportunidades y necesidades; así como fortalecer el proceso de intercambio de germoplasma de cacao élite e información en la región en aras de un desarrollo agrícola más eficiente.

### **IV. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DEL AREA DE CACAO**

#### **A. Introducción y colección de germoplasma**

Desde 1959 el CATIE inició la exploración y colección de los clones élites más promisorios seleccionados en otras regiones de Latinoamérica, Caribe y en Costa Rica. Actualmente, la colección del CATIE cuenta con 448 clones (Cuadro 1) y sus respectivos nombres de introducción (Cuadro 2). Adicionalmente, se tienen 50 clones criollos que se han seleccionado de plantas

provenientes de semilla de la misma colección. También, el banco de germoplasma posee una colección de 8 especies silvestres del género Theobroma y 8 del género Herrania con algunos cruces interespecíficos (Cuadro 3).

Recientemente, se ha planeado una estrategia que conlleva explorar y coleccionar material genético criollo en la región de México, Centro América, Panamá y el Caribe. De tal manera, que permita reunir genes de calidad, para promover a corto plazo nuevas posibilidades (clones y/o híbridos criollos) con mejores opciones para los agricultores de competir en los mercados mundiales por la calidad y no por la cantidad de cacao. La región de mesoamérica posee el mejor material genético de calidad del mundo y es urgente su exploración, colección y evaluación de esta diversidad genética. Actualmente este material presenta alta erosión debido a los diversos factores que afectan a la región. Lo anterior, permitirá establecer una colección básica de materiales criollos en un lugar seguro y adecuado para la investigación e intercambio mundial.

B. Pruebas regionales para la selección de genotipos de alto rendimiento, adaptación y resistencia a enfermedades.

Se han usado dos métodos (Anexo 1) en el mejoramiento genético del cacao, obtención de clones para propagación asexual y/o producción de híbridos a través de polinización controlada. Con el propósito de comparar rendimiento, resistencia enfermedades y adaptación a las condiciones climáticas de las principales zonas de producción de cacao en la región se han establecido varios experimentos de clones y/o híbridos (Mapas 1, 2).

Cuadro 1. Colección de germoplasma de cacao existente en CATIE, Turrialba-Costa Rica, selecciones por país.

| BRASIL    |    | COSTA RICA  |    | HONDURAS  |    | SAMOA       |    |
|-----------|----|-------------|----|-----------|----|-------------|----|
| BE        | 5  | CACAO ENANO | 1  | BS        | 1  | LAFI        | 1  |
| CAS       | 2  | CC          | 99 | CU        | 4  |             |    |
| CATONGO   | 1  | CATIE-1000  | 1  | MT        | 1  | SANTO TOMAS |    |
| COM. TIP  | 1  | DIAMANTES   | 1  | TJ        | 1  |             |    |
| C-SUL     | 3  | LF          | 3  |           |    | SM          | 1  |
| EEG       | 6  | MANZANILLO  | 1  | INDONESIA |    |             |    |
| J.Q.      | 1  | MATINA      | 1  |           |    | TRINIDAD    |    |
| JACA      | 1  | MUT. UPALA  | 1  | DR        | 2  |             |    |
| LARANJA   | 1  | SAN CARLOS  | 2  | G         | 2  | ACT         | 2  |
| MA        | 1  | STA. CLARA  | 1  |           |    | ICS         | 27 |
| MOCORONGO | 1  | STICA       | 1  | JAMAICA   |    | TSA         | 1  |
| PARA      | 1  | UF          | 49 |           |    | TSH         | 4  |
| RB        | 10 |             |    | GC        | 2  |             |    |
| SIAL      | 12 | ECUADOR     |    |           |    | VENEZUELA   |    |
| SIC       | 11 |             |    | MEXICO    |    |             |    |
|           |    |             |    |           |    | CHUAO       | 2  |
| CAMERUN   |    | EET         | 30 | CARMELO   | 1  | CNS         | 2  |
|           |    | EQX         | 1  | LA ESMIDA | 2  | OC.         | 1  |
| SNK       | 1  |             |    | MEX       | 11 | PORCELANA   | 1  |
|           |    | GRENADA     |    | P         | 1  | PV          | 4  |
| COLOMBIA  |    | GS          | 5  | R (RIM)   | 55 | X-VERDE     | 1  |
|           |    |             |    |           |    |             |    |
| AMANAVEN  | 1  | GUATEMALA   |    | PERU      |    |             |    |
| APA       | 2  |             |    |           |    |             |    |
| SC        | 6  | SGU         | 33 | IMC       | 3  |             |    |
| SPA       | 8  |             |    | NA        | 1  |             |    |
|           |    | HAITI       |    | PA        | 5  |             |    |
|           |    |             |    | POUND     | 2  |             |    |
|           |    | G.A.        | 1  | SCA       | 3  |             |    |

**Cuadro 2. Lista alfabética de cacao por nombre de introducción, país y localidad de origen.**

| <b>NOMBRE</b> | <b>PAIS ORIGEN</b> | <b>FUENTE COLECCION</b>                                      |
|---------------|--------------------|--|
| AMANA VEN     | Colombia           | Región Río Guaviare  |
| APA           | Colombia           | Amazónico Palmira  |
| BE            | Brasil             | Belém  |
| BS            | Honduras           | Buenos Aires   |
| CATIE 1000    | Costa Rica         | Selección, CATIE   |
| CAS           | Brasil             | Campo Agrícola de Santárem                                   |
| CATONGO       | Brasil             | Nombre de finca  |
| CC            | Costa Rica         | Centro Cacao, Turrialba                                      |
| CHUAO         | Venezuela          | Nombre Valle   |
| CNS           | Venezuela          | Caño Negro   |
| C. SUL        | Brasil             | Cruzeiro do Sul  |
| CU            | Honduras           | Cuyamel  |
| DIAMANTES     | Costa Rica         | Est. Exp. Diamantes  |
| DR            | Indonesia          | Djati Roengen  |
| EEG           | Brasil             | Est. Exp. Goitacáces   |
| EET           | Ecuador            | Est. Exp. Trop. Pichilingue                                  |
| G             | Indonesia          | Getas  |
| GA            | Haití              | Grand Anse Bay   |
| GC            | Jamaica            | —  |
| GS            | Grenada            | Grenada, Selection   |
| ICS           | Trinidad           | Imperial College Selection                                   |
| IMC           | Perú               | Iquitos  |
| IQ            | Brasil             | Iquiri   |
| JACA          | Brasil             | Forma de hojas igual a "Mutación Upala" de Costa Rica "JACA" |

## Continuación Cuadro 2.

| <b>NOMBRE</b> | <b>PAIS ORIGEN</b> | <b>FUENTE COLECCION</b>             |
|---------------|--------------------|-------------------------------------|
| LARANJA       | Brasil             | Forma de naranja (fruto)            |
| LA ESMIDA     | México             | —                                   |
| LAFI          | Samoa              | Nombre lugar                        |
| LF            | Costa Rica         | La Fortuna                          |
| MA            | Brasil             | Manaus                              |
| MATINA        | Costa Rica         | Nombre de Población                 |
| MEXICO        | México             | México                              |
| MOCORONGO     | Brasil             | Nombre dado al pueblo de Santarem   |
| MT            | Honduras           | Montes                              |
| NA            | Perú               | Nanay                               |
| OC            | Venezuela          | Ocumal de la Costa                  |
| P             | México             | Particular                          |
| PA            | Perú               | Parinari                            |
| PARA          | Brasil             | Nombre Estado                       |
| PENTAGONA     | México             | Forma fruto                         |
| PORCELANA     | Venezuela          |                                     |
| POUND         | Perú               | Selección hecha por Pound (en 1963) |
| PV            | Venezuela          | Porcelana venezolano o verde        |
| R (RIM)       | México             | Rosario Izapa, México               |
| RB            | Brasil             | Río Branco (Estado Acre)            |
| SANTA CLARA   | Costa Rica         | Nombre lugar                        |
| SC            | Colombia           | Selección de Colombia               |
| SCA           | Perú               | Scavina                             |
| SCR           | Costa Rica         | San Cristóbal                       |
| SGu           | Guatemala          | Selección, Guatemala                |
| SIAL          | Brasil             | Selecc. Inst. Agron. Este           |

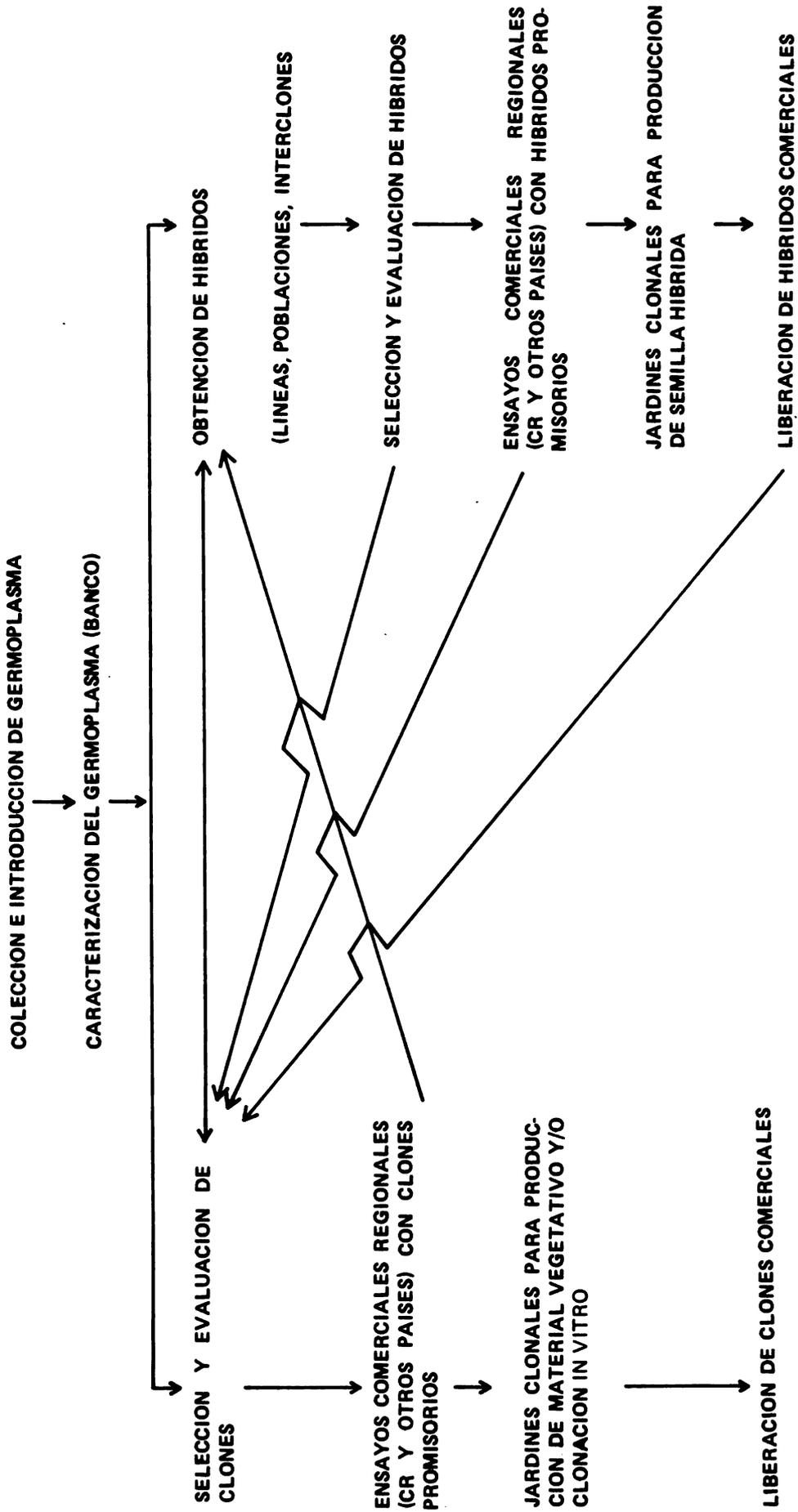
Continuación Cuadro 2.

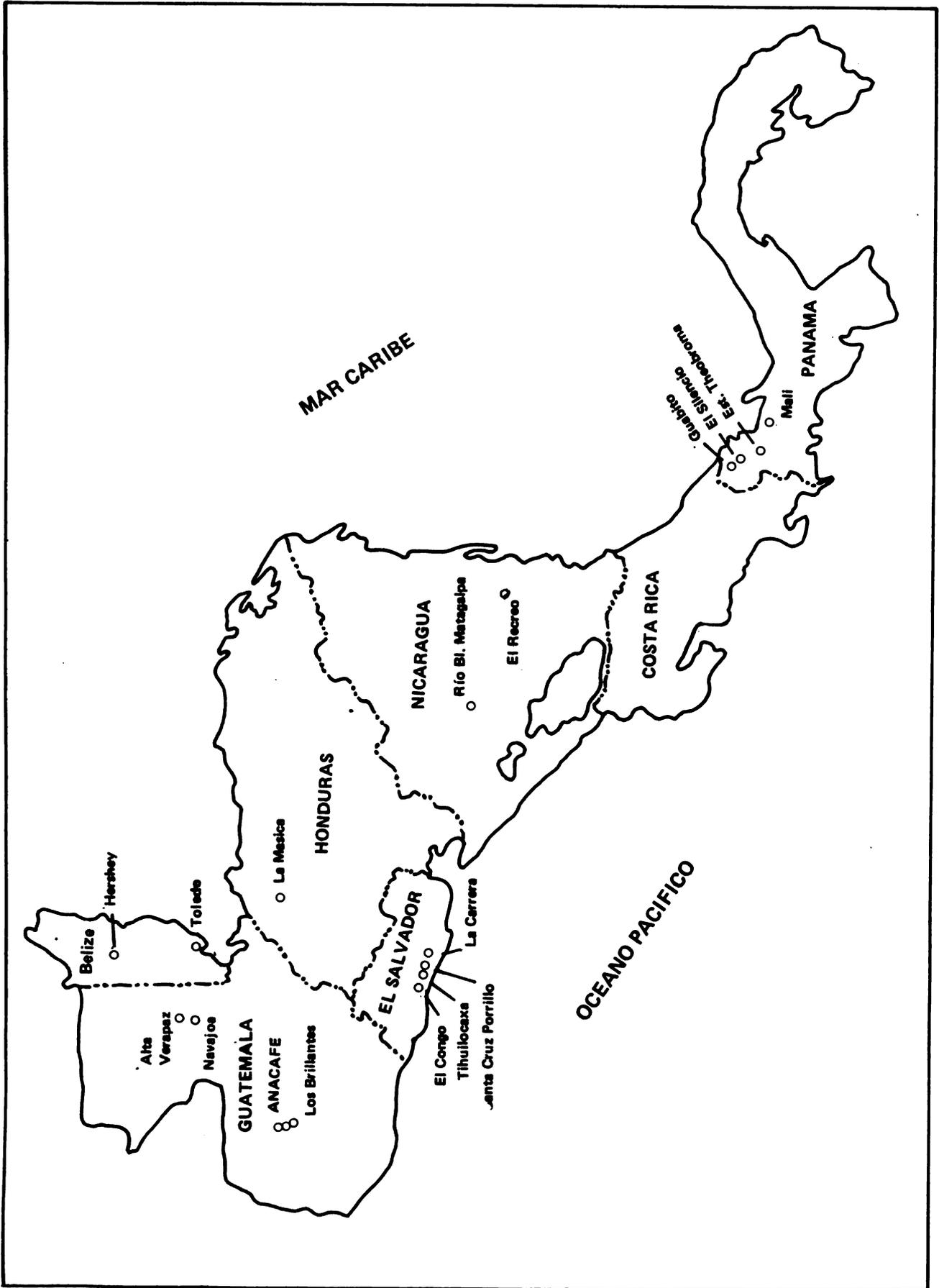
| <b>NOMBRE</b> | <b>PAIS ORIGEN</b> | <b>FUENTE COLECCION</b>                                  |
|---------------|--------------------|--|
| SIC           | Brasil             | Selecc. Inst. Cacao                                      |
| SM            | São Tomé           | São Manoel   |
| SNK           | Camerún            | Estación N'Koemvone                                      |
| SPA           | Colombia           | Selección, Palmira                                       |
| STICA         | Costa Rica         | Servicio Técnico Internacional de<br>Cooperación Técnica |
| TJ            | Honduras           | Taujica  |
| TSA           | Trinidad           | Trinidad, Selected Hybrid                                |
| TSH           | Trinidad           | Trinidad, Selected Hybrid                                |
| UF            | Costa Rica         | United Fruit Company                                     |
| X-VERDE       | Venezuela          | Fruto verde, desconocido                                 |

**Cuadro 3. Colección de especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* y algunos cruces interespecíficos. CATIE, Costa Rica.**

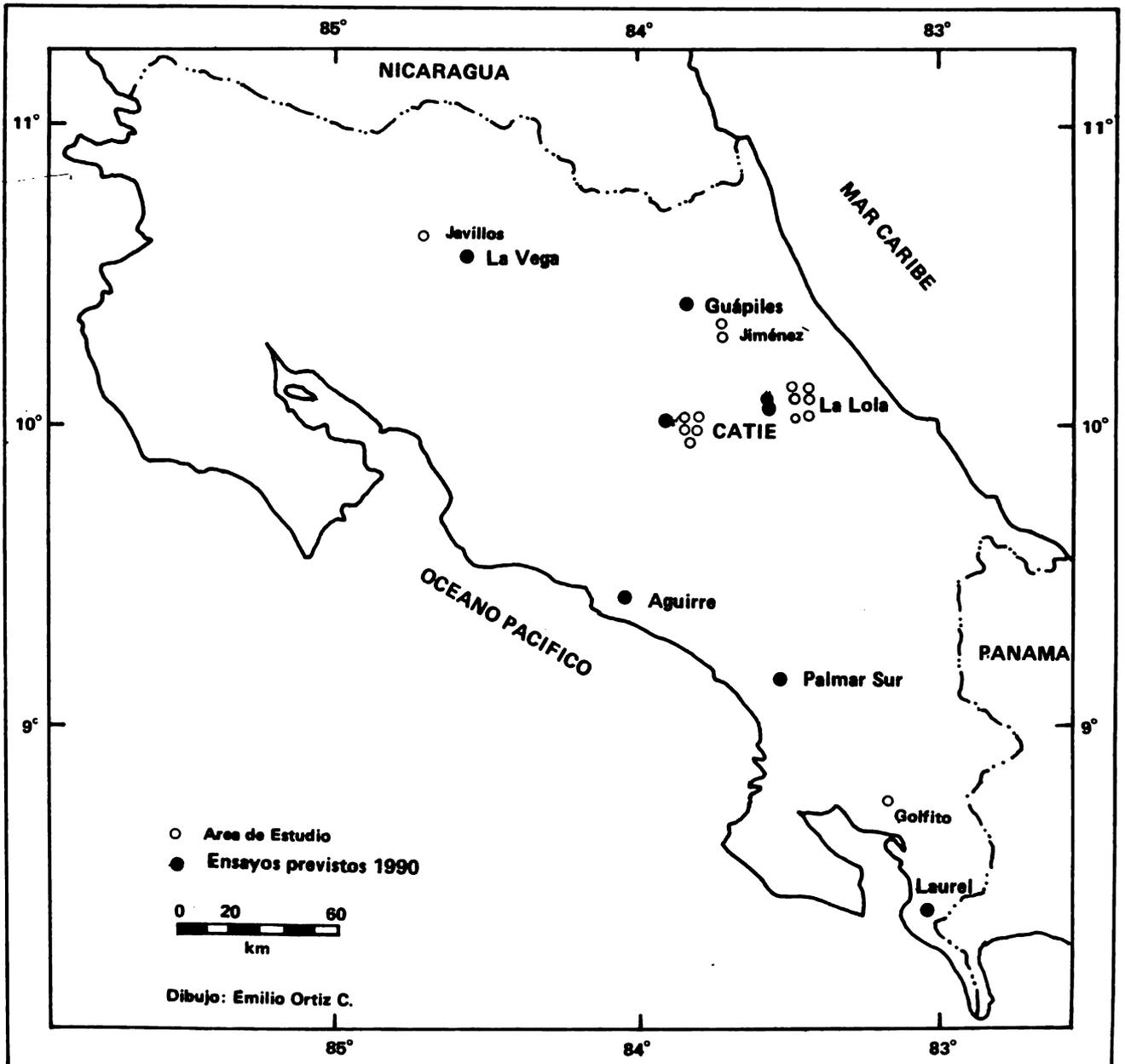
| <i>Theobroma</i>     | Cruces interespecíficos | <i>Herrania</i>       |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| <i>angustifolium</i> | mammosum                | <i>albiflora</i>      |
| <i>bicolor</i>       | X                       | <i>balaoënsis</i>     |
| <i>grandiflorum</i>  | simiarum                | <i>cuatrecasana</i>   |
| <i>mammosum</i>      | simiarum                | <i>nitida</i>         |
| <i>simiarum</i>      | X                       | <i>nycterodendron</i> |
| <i>speciosum</i>     | mammosum                | <i>purpurea</i>       |
| <i>subincanum</i>    |                         | sp. colombia          |
|                      |                         | <i>umbratica</i>      |
| <b>TOTAL 8</b>       | <b>2</b>                | <b>8</b>              |

ANEXO 1. ESQUEMA DE MEJORAMIENTO PARA CACAO EN LOS PROXIMOS 10 AÑOS





Distribución de experimentos de cacao en Centro América



Distribución de experimentos de cacao en Costa Rica

A manera de ejemplo se discuten algunos experimentos, con el objeto de observar el comportamiento que están teniendo bajo diferentes condiciones ambientales.

1. Comparación de híbridos a nivel regional.

Javillos (siembra: octubre/87); Golfito (siembra: julio /87) en Costa Rica. Anacafé (junio/82) en Guatemala.

En estos experimentos se comparan los híbridos CATONGO X POUND-7, CATONGO X POUND-12, EET-48 X SCA-12, EET-96 X SCA-2, EET-162 X SCA-12, EET-400 X SCA-12, ICS-6 X SCA-12, IMC-67 X SCA-12, IMC-67 X UF-613, IMC-67 X UF-654, POUND-12 X CATONGO, POUND-12 X UF-12, POUND-12 X POUND-7, UF-12 X IMC-67, UF-29 X IMC-67, UF-29 X UF-613, UF-29 X CATONGO, UF-29 X POUND-7, UF-29 X UF-667, UF-29 X UF-668, UF-29 X SCA-6, UF-29 X SCA-12, UF-296 X CC-18, UF-613 X IMC-67, UF-613 X POUND-7, UF-613 X SPA-9, UF-654 X POUND-7, UF-667 X IMC-67, UF-667 X SCA-12, UF-668 X POUND-7, UF-668 X IMC-67, UF-668 X POUND-12, UF-676 X IMC-67, UF-677 X POUND-7, UF-677 X POUND-12, POUND-7 X UF-613, POUND-7 X UF-667, POUND-7 X UF-668.

El diseño es de bloques al azar, con 5 repeticiones en los dos primeros y 3 repeticiones en el de Guatemala, con parcelas de 9,8 y 12 plantas a 3 x 3 m respectivamente. En el experimento de Golfito la única variante es la sustitución de 3 híbridos por 3 clones locales (Matina, Sangre Toro y papayo); en el de Guatemala se sustituyeron algunos híbridos y en su lugar se usó solo un clon y un criollo forastero local como testigos. Los datos de producción del ensayo de Anacafé (promedios de 4 años) se muestra en el Cuadro 4.

Estos datos a pesar de no haber sido analizados, dado que recién se incorporaron en la computadora (muestra que algunos híbridos tienen una tendencia, después de 5 años de evaluación, de ser ligeramente mejores productores y que superan ampliamente casi en 3 veces la producción del testigo local SGU 19. El otro testigo criollo, sin embargo produce en promedio igual que los híbridos que fueron sembrados en 1983 y 84; serán necesarias al menos 2 evaluaciones adicionales para detectar posibles

**Cuadro 4. Producción estimada en kilogramos de cacao seco por hectárea en el experimento de ANACAFE, Guatemala.**  
(Fecha de siembra: 1982, 1983: distancia siembra 3 x 3 m).

| CULTIVARES             | RENDIMIENTO (kg/ha) PROMEDIOS 4 AÑOS |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1. UF-12 X IMC-67      | 787.91                               |
| 2. UF-12 X POUND-7     | 881.95                               |
| 3. EET-48 x SCA-12     | 997.59                               |
| 4. EET-96 x SCA-12     | 714.40                               |
| 5. EET-162 x SCA-12    | 882.12                               |
| 6. EET-400 x SCA-12    | 1 116.53                             |
| 7. IMC-67 x SCA-12     | 1 074.85                             |
| 8. IMC-67 x UF-613     | 1 238.88                             |
| 9. IMC-67 x UF-654     | 829.80                               |
| 10. UF-668 x POUND-12  | 906.58                               |
| 11. UF-668 x IMC-67    | 952.33                               |
| 12. UF-668 x POUND-7   | 923.98                               |
| 13. UF-613 x POUND-7   | 875.19                               |
| 14. UF-613 x POUND-12  | 1 043.35                             |
| 15. UF-613 x SPA-9     | 864.52                               |
| 16. UF-613 x IMC-67    | 997.47                               |
| 17. SPA-9 x UF-613     | 1 148.17                             |
| 18. SCA-6 x EET-95     | 1 309.11                             |
| 19. SCA-6 x EET-62     | 1 074.74                             |
| 20. POUND-12 x UF-667  | 1 421.14                             |
| 21. POUND-12 x CATONGO | 920.86                               |
| 22. POUND-12 x UF-12   | 808.66                               |
| 23. UF-29 x IMC-67     | 927.86                               |
| 24. UF-667 x IMC-67    | 791.41                               |
| 25. UF-667 x SCA-12    | 815.87                               |
| 26. UF-296 x CC-18     | 710.95                               |
| 27. SCA-12 x EET-95    | 927.83                               |
| 28. CATONGO x POUND-7  | 696.54                               |
| 29. CATONGO x POUND-12 | 616.55                               |
| 30. UF-677 x IMC-67    | 494.66                               |
| 31. UF-676 x POUND-7   | 579.17                               |
| 32. UF-677 x POUND-12  | 732.83                               |
| 33. UF-654 x POUND-7   | 751.35                               |
| 34. SGU-19             | 381.50                               |
| 35. Criollo            | 637.11                               |

**Nota:**

- 1) Datos tomados por ANACAFE (Ing. Jorge Castillo).
- 2) Los híbridos número 27, 30, 31 y 32 fueron sembrados y agregado al experimento en junio de 1983; y los híbridos 7 y 33 en junio de 1984.

diferencias.

## 2. Evaluación de cacao híbrido bajo dos sistemas de sombra.

Este experimento fue sembrado en 1977 y está localizado en la Estación Experimental "La Montaña" (602 msnm), propiedad del CATIE en Turrialba.

Los tratamientos que se comparan son sombra de poró (Erythrina poeppigiana) y laurel (Cordia alliodora) asociados a tres híbridos de cacao: UF-29 X IMC-67, EET-400 X SCA-12 Y CATONGO X POUND-12 (parcela principal).

La siembra de los sistemas de sombra se hizo a 6 x 6 entre plantas, bajo un arreglo de bloques parcialmente randomizados con 4 repeticiones. Las parcelas grandes correspondieron a las 2 sombras y en las parcelas pequeñas se sembraron los 3 híbridos a 3 x 3 m entre plantas. La unidad experimental estuvo formada por 16 plantas de cacao. El manejo ha sido uniforme.

Las variables evaluadas fueron: número de mazorcas promedio por árbol, índice de mazorca y semilla y rendimiento promedio de cacao seco en kg/ha.

En el Cuadro 5 se muestran los datos de cacao seco en kg/ha de los tres híbridos bajo los dos sistemas de sombra durante 10 años.

La producción y el registro de estos datos se inició en 1979 o sea a los 2 años de la siembra (setiembre 1977). Durante este año el rendimiento para el híbrido Catongo x Pound-12 fue baja ya que bajo laurel se obtuvo 97 kg/ha de cacao seco y de 71.2 kg/ha bajo poró (Cuadro 5). La producción aumentó en el año 1980 hasta 421,3 kg/ha con sombra de laurel y 477,5 kg/ha con poró. Después del año 1981 la producción promedio se mantuvo superior a los 700 kg/ha de cacao seco exceptuando el año 1982 con la siembra de laurel. Durante el año 1985 el rendimiento fue de 469,4 y 422,2 kilogramos por hectárea para laurel y poró respectivamente, pero es la producción únicamente del primer semestre del año ya que el resto de los datos se descontinuaron. Se supone que para este año la producción estaría entre 700 y 900 kg/ha de acuerdo a la observación del resto de años.

**Cuadro 5. Producción estimada en kilogramos de cacao seco por hectárea de tres híbridos de cacao evaluados bajo dos tipos de sombra (Laurel y Poró).**

| Año             | Catongo x Pound-12 |                | UF-29 x IMC-67 |                | EET-400 x SCA-12 |                 |
|-----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
|                 | Laurel             | Poró           | Laurel         | Poró           | Laurel           | Poró            |
| 1979            | 97.0               | 71.2           | 72.5           | 243.9          | 72.2             | 187.8           |
| 1980            | 421.5              | 477.4          | 448.4          | 679.9          | 534.4            | 774.5           |
| 1981            | 701.5              | 1 151.6        | 853.8          | 1 305.0        | 1 274.3          | 1 790.7         |
| 1982            | 652.6              | 725.5          | 656.1          | 713.3          | 819.1            | 1 305.7         |
| 1983            | 985.3              | 994.9          | 819.1          | 843.0          | 1 109.1          | 1 599.8         |
| 1984            | 907.5              | 954.2          | 873.9          | 872.5          | 1 397.1          | 1 714.7         |
| 1985            | 469.4              | 422.2          | 470.8          | 638.5          | 498.3            | 968.5           |
| 1986            | 859.1              | 854.6          | 1 098.8        | 1 214.5        | 1 595.3          | 1 426.1         |
| 1987            | 902.2              | 1 040.2        | 875.6          | 961.9          | 1 179.0          | 1 613.4         |
| 1988            | 921.9              | 900.0          | 927.7          | 878.5          | 1 368.2          | 1 392.1         |
| <b>Total</b>    | <b>6 827.8</b>     | <b>7 591.9</b> | <b>7 096.7</b> | <b>8 350.1</b> | <b>9 847.0</b>   | <b>12 773.3</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>682.8</b>       | <b>759.2</b>   | <b>709.7</b>   | <b>835.0</b>   | <b>984.7</b>     | <b>1 277.3</b>  |

Durante los años 1987 y 1988 el rendimiento se mantuvo arriba de 900 kg/ha de cacao seco. En la mayoría de los años bajo sombra de poró los rendimientos fueron ligeramente superiores que bajo sombra de laurel lo que se refleja en el promedio de los 10 años donde la diferencia es de 76,4 kg/ha más alto con poró. Existe la posibilidad de que esta diferencia fuera mayor en vista de que en algunos años no se manejo apropiadamente la sombra de los árboles de poró provocando un exceso de sombra y consecuentemente una menor producción de cacao.

El análisis estadístico para cada año indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. (Laurel y poró) en el total de los 10 años no presentó diferencias entre los dos tratamientos evaluados.

### **3. Evaluación de 12 clones promisorios a rendimiento**

Con el fin de estudiar el rendimiento de algunos clones promisorios se sembró, en junio de 1985, un experimento en el Bajo del Chino, propiedad del CATIE en Turrialba. A partir de 1987 se inició la evaluación de mazorcas sanas, el peso húmedo de las almendras, el número de mazorcas enfermas y otras características de las mazorcas.

En el Cuadro 6 se presenta los clones en evaluación y datos de rendimiento para los primeros dos años de cosecha.

De estos datos preliminares se infiere que hay diferencias notables entre diferentes clones; así por ejemplo el cultivar EET-95 produjo el menor rendimiento promedio por año de 27,7 kg/ha de cacao seco en comparación a EET-183 con 291,3 kg/ha. Además del clon EET-183 los clones EET-59, CC-137 y CC-266 superan los 200 kg/ha/año de cacao seco. Debe observarse que durante 1988 los clones EET-183 y EET-59 superaron los 400 kg/ha.

Los clones que rindieron más el primer año, no necesariamente son los más productivos el siguiente año, de ahí la necesidad de continuar las evaluaciones durante varios años para seleccionar los de mejor rendimiento.

Cuadro 6. Evaluación de 12 clones de cacao CATIE-Turrialba.

| Clon       | kg/ha de cacao seco |       | Promedio |
|------------|---------------------|-------|----------|
|            | 1987                | 1988  |          |
| 1. EET-183 | 96.2                | 486.4 | 291.3    |
| 2. CC-137  | 107.3               | 377.1 | 242.2    |
| 3. CC-210  | 80.2                | 272.9 | 176.5    |
| 4. RB-41   | 38.5                | 129.9 | 84.2     |
| 5. UF-296  | 86.8                | 303.8 | 195.3    |
| 6. UF-273  | 15.3                | 110.8 | 63.0     |
| 7. EET-75  | 0                   | 55.5  | 27.7     |
| 8. EET-59  | 64.9                | 439.2 | 252.0    |
| 9. EET-376 | 62.5                | 139.6 | 101.0    |
| 10. CC-266 | 67.0                | 391.9 | 229.4    |
| 11. UF-11  | 58.3                | 268.4 | 163.3    |
| 12. EET-67 | 18.7                | 322.2 | 170.4    |

### C. Producción de semilla híbrida

Antonio Mora Q.

La producción de semilla de cruces interclonales o híbridos se inició en 1976. Inicialmente la producción fue de unos pocos cruces que habían sido seleccionados por alto rendimiento en experimentos localizados en Turrialba y La Lola. Uno de los primeros países interesados en semilla fue República Dominicana y posteriormente otros países centroamericanos como Nicaragua, Panamá y Costa Rica.

En vista del interés por la semilla, tanto en Panamá como en Costa Rica, el MIDA de Panamá y CABSHA de Costa Rica formalizaron convenios con el CATIE para el establecimiento de jardines clonales que garantizaran la provisión de semilla a los países. En 1984 se inició el Convenio denominado PIPA entre las instituciones CATIE y MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) para garantizar la producción de semilla para Costa Rica. Este convenio facilitó al CATIE terminar y mantener en forma más apropiada los jardines y en coordinación con la Oficina Nacional de Semillas reglamentar la producción y venta de la semilla, a la vez que se ayudó a entidades privadas para la formación de sus propios jardines clonales.

En el Cuadro 7 se presenta una lista de los clones actualmente utilizados en la producción de semilla híbrida así como el número de árboles con que cuenta cada clon. Estos materiales se encuentran distribuidos en diferentes secciones o áreas de las fincas del CATIE ubicadas en Turrialba y La Lola. Algunos clones con número muy bajo de árboles ya han sido propagados con el propósito de contar con una proporción más adecuada de estos materiales. Considerando una distancia entre árboles de 3 x 3 metros (1.111 plantas/hectárea) el área real con estos clones para Turrialba es de 6.53 hectáreas y para La Lola de 7.37.

La distribución de semilla híbrida por Zonas en Costa Rica desde el año 1976 se presenta en el Cuadro 8. La Zona del Pacífico Central es la que menos semilla ha recibido, un 4.8% del total hasta 1989. En las Zona Atlántica y Norte se ha

Cuadro 7. Lista de clones utilizados en la producción de semilla híbrida (Turrialba y La Lola) 1989.

| Clon         | Arboles por clon |              | Total        |
|--------------|------------------|--------------|--------------|
|              | Turrialba        | La Lola      |              |
| Catongo*     | 252              | 129          | 381          |
| IMC-67*      | 516              | 336          | 852          |
| SPA-9*       | 143              | 18           | 161          |
| UF-654*      | 70               | 3            | 73           |
| UF-12-       | 94               | 21           | 115          |
| UF-296-      | 164              | 239          | 403          |
| UF-613-      | 506              | 1 009        | 1 515        |
| UF-667-      | 203              | 295          | 498          |
| UF-668-      | 173              | 95           | 268          |
| UF-676-      | 65               | 32           | 97           |
| UF-677-      | 40               | 127          | 167          |
| MATINA-      | 11               | 0            | 11           |
| Pound-7 +    | 728              | 401          | 1 129        |
| Pound-12 +   | 367              | 240          | 607          |
| CC-9 +       | 6                | 0            | 6            |
| CC-18 +      | 105              | 18           | 123          |
| UF-29 +      | 268              | 1 062        | 1 330        |
| SCA-6 +      | 208              | 287          | 495          |
| <b>Total</b> | <b>3 919</b>     | <b>4 312</b> | <b>8 231</b> |

\* = clones utilizados como madres y padres

- = clones utilizados como madres

+ = clones utilizados como padres

distribuido la mayor cantidad de semilla con ventaja de la primera zona que ha obtenido el 42.4% del total de la semilla aunque en los últimos años la Zona Norte ha recibido mayores cantidades. A partir de 1984 se incrementó considerablemente la distribución de semilla lográndose las mayores cantidades en los años 1985 a 1987 debido a los incentivos del Sistema Bancario Nacional, las instituciones del Gobierno y algunas Cooperativas como Coopesancarlos en la Zona Norte. En el año 1989 se redujo notablemente la cantidad de semilla debido a diferentes factores y medidas adoptadas para su producción que disminuyó la oferta y por otro lado, a una menor demanda ocasionada por una reducción en el apoyo económico de los bancos.

Los Cuadros 9 y 10 muestran la distribución de semillas por país y año desde el año 1976. Costa Rica ha sido el país más beneficiado con un total recibido superior a los 15 millones de semilla seguido de Panamá con más de 6 millones. Cabe señalar que el año 1985 la cantidad de semilla distribuida superó los 3 millones.

Es importante recalcar que las cantidades mencionadas no reflejan el número total de semillas sembradas en cada zona y distribuidas a cada país por cuanto existen 2 productores particulares: Desarrollo Cacaotero en Limón y Coope-Playa Blanca en la Península de Osa; así como un productor más, ubicado en Sarapiquí que durante 1987 interrumpió sus actividades.

#### D. Búsqueda de resistencia genética a enfermedades

J.J. Galindo

W. Phillips.

En la mayoría de las regiones donde se cultiva el cacao, la precipitación es mayor que la evapotranspiración y la lluvia generalmente varía entre 1.400 a 2.000 mm. Sin embargo, cuando la precipitación anual es de más de 2.000mm, como en la Zona Atlántica de América Central, los rendimientos se reducen debido principalmente a la acumulación de agua en el suelo durante parte del año y a la alta incidencia de enfermedades, especialmente la mazorca negra y la moniliasis.

**Cuadro 8. Distribución de semilla híbrida en Costa Rica por zonas.**

| <b>Años</b>  | <b>Zona Atlántica</b> | <b>Zona Norte</b> | <b>Zona Sur</b>  | <b>Pacífico Central</b> | <b>Total</b>      |
|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------------|-------------------|
| 1976         | 311 133               | 24 190            | —                | —                       | 335 323           |
| 1977         | 565 297               | 160 345           | 9 640            | —                       | 735 282           |
| 1978         | 271 339               | 159 741           | 46 105           | —                       | 477 185           |
| 1979         | 311 325               | 140 620           | 181 476          | —                       | 633 421           |
| 1980         | 455 728               | 145 840           | 230 685          | —                       | 832 253           |
| 1981         | 179 653               | 93 783            | 170 689          | 108 720                 | 552 845           |
| 1982         | 410 845               | 381 816           | 147 503          | 27 644                  | 967 808           |
| 1983         | 143 365               | 168 615           | 50 000           | 14 196                  | 366 175           |
| 1984         | 501 802               | 593 221           | 191 686          | 21 200                  | 1 307 908         |
| 1985         | 1 157 989             | 597 821           | 493 868          | 74 805                  | 2 324 483         |
| 1986         | 915 214               | 924 796           | 147 073          | 221 547                 | 2 208 630         |
| 1987         | 850 150               | 1 114 079         | 197 994          | 96 350                  | 2 258 573         |
| 1988         | 284 479               | 1 041 553         | 247 710          | 131 900                 | 1 705 642         |
| 1989*        | 106 440               | 151 715           | 239 110          | 41 526                  | 538 791           |
| <b>Total</b> | <b>6 464 440</b>      | <b>5 698 135</b>  | <b>2 343 539</b> | <b>737 888</b>          | <b>15 244 320</b> |

\* Al mes de setiembre.

**Cuadro 9. Distribución de semilla híbrida de cacao por país desde 1976. CATIE, Turrialba.**

| <b>País</b>          | <b>Total (semillas híbridas)</b> |
|----------------------|----------------------------------|
| Belize               | 461 265                          |
| Bolivia              | 73 270                           |
| Costa Rica           | 15 244 320                       |
| Cuba                 | 70 316                           |
| Ecuador              | 1 200                            |
| El Salvador          | 4 420                            |
| Guatemala            | 1 142 095                        |
| Honduras             | 1 115 619                        |
| Indias Occ.          | 43 780                           |
| Nicaragua            | 770 000                          |
| México               | 2 700                            |
| Madagascar           | 1 655                            |
| Panamá               | 6 527 156                        |
| Puerto Rico          | 3 480                            |
| Perú                 | 200                              |
| República Dominicana | 107 603                          |
| Singapur             | 1 110                            |
| Santa Lucía          | 74 720                           |
| Saint Vincent        | 20 000                           |
| USA                  | 302 798                          |
| <b>Total</b>         | <b>25 967 707</b>                |

**Cuadro 10. Distribución de semilla híbrida de cacao por año desde 1976. CATIE, Turrialba.**

| <b>Año</b>   | <b>Total (semilla híbrida)</b> |
|--------------|--------------------------------|
| 1976         | 733 866                        |
| 1977         | 1 309 244                      |
| 1978         | 2 213 790                      |
| 1979         | 2 213 790                      |
| 1980         | 1 667 961                      |
| 1981         | 1 488 820                      |
| 1982         | 1 652 058                      |
| 1983         | 1 386 541                      |
| 1984         | 2 730 004                      |
| 1985         | 3 315 248                      |
| 1986         | 2 584 349                      |
| 1987         | 2 783 698                      |
| 1988         | 1 926 407                      |
| 1989*        | 556 691                        |
| <b>Total</b> | <b>25 967 707</b>              |

\* Al mes de setiembre.

La mazorca negra causada por Phytohthora palmivora produce cáncer en el tronco, ramas, cojines florales y raíces y marchitez de los brotes. Los mayores daños ocurren en las mazorcas, que pueden ser atacados en cualquier estado de desarrollo. La fuente de inóculo lo constituyen los esporangios y las zoósporas que se diseminan principalmente por el agua. La lluvia es uno de los factores que más favorecen el desarrollo de epidemias de mazorca negra, por servir como agente de diseminación y proveer la humedad necesaria para la infección.

El control integrado es el sistema más efectivo para reducir los daños causados por la mazorca negra y está constituido por el uso de cultivares resistentes, la remoción periódica de frutos enfermos, las prácticas culturales y la aplicación de fungicidas. Se ha desarrollado un sistema de inoculación para la búsqueda de resistencia, que consiste en inocular frutos de 5 meses con una suspensión de 150.000 zoosporas, que se aplican con un disco de papel en el ecuador de la mazorca. Los frutos se mantienen en cámara húmeda por 48 horas. Se han encontrado resistentes los cv 'EET 48', 'EET 59', 'CATIE 1000' e 'ICS 44'.

La moniliasis es causada por Moniliophthora roreri. Ataca solamente los frutos, siendo más susceptibles los frutos dejados en el árbol, son la principal fuente de inóculo. Los conidios son diseminados principalmente por el viento y necesitan de una película de agua por períodos de 5 a 8 horas para causar la infección. Se ha observado que las altas precipitaciones favorecen la incidencia de moniliasis.

El manejo integrado constituye el método más efectivo para combatir la moniliasis, por medio de la remoción periódica de frutos enfermos; prácticas culturales con el objeto de reducir las condiciones de alta humedad favorables para la infección; y el uso de cultivares resistentes. La metodología para buscar resistencia consiste en inocular mazorcas de 60 días de edad. Con una suspensión de 100.000 conidios/ml. Las mazorcas se mantienen en una cámara por 48 horas. Se han identificado como resistentes los cv 'CC 246', 'CC 252', 'UF 273', 'EET 75' y 'EET

183'.

El mal de machete es causado por Ceratocystis fimbriata. El patógeno penetra por medio de las heridas ocasionadas con el machete y otras herramientas de poda. El hongo ataca el xilema y corteza del tronco y parte baja de las ramas, ocasionando la marchitez del árbol. C. fimbriata sobrevive en un amplio número de hospederos. En los túneles y el aserrín producidos por Xyleborus se produce la fructificación del hongo. Este inóculo al entrar en contacto con las heridas causan la infección.

El método más efectivo para combatir el mal de machete es la siembra de cultivares resistentes. El método de búsqueda de resistencia consiste en inocular plántulas de cacao de 6 meses de edad, a las cuales se aplica una suspensión de 100.000 piezas de inóculo/ml, sobre una herida provocada por un alfiler. Se han identificado como resistentes los cv 'IMC 67', 'SPA 9', 'PA 121', 'EET 399' y 'EET 400'.

La escoba de bruja es una enfermedad que ha estado presente en América del Sur y recientemente se encontró por primera vez en plantaciones comerciales en América Central en la Provincia de Colón en Panamá. Es causada por el hongo Crinipellis pernicioso. Se han identificado tres razas de patógeno, el cual ataca los brotes vegetativos, los cojines florales y los frutos. Solamente los tejidos meristemáticos en estado de crecimiento son susceptibles. Los brotes infectados presentan una proliferación de ramas laterales, que constituyen las "escobas", las cuales mueren después de 4 a 8 semanas, permaneciendo adheridas al árbol. En condiciones climáticas favorables, sobre las escobas muertas se desarrollan los esporocarpos, que son los cuerpos fructíferos del hongo. Las esporas son diseminadas principalmente por el viento. La esporulación ocurre 20 a 25 semanas después que han muerto los tejidos afectados.

El combate de la enfermedad se realiza por medio de la eliminación total de las escobas y tejidos afectados, unas dos veces por año, al inicio de los periodos secos; las prácticas

culturales para reducir la humedad dentro de la plantación, la cual favorece la infección; el uso de cultivares resistentes. Inicialmente se encontraron como resistentes los cv 'SCA 6' y 'SCA 12'. Actualmente, se están probando un número de cultivares resistentes, recientemente colectados en el Amazonas.

**E. Cultivo de tejidos, micropropagación y conservación de germoplasma in vitro de cacao.**

✓  
Victor Villalobos

M. Elena Aguilar.

Cacao (Theobroma cacao L.) es una especie recalcitrante, esta característica y los problemas asociados conllevan a una serie de limitantes para el establecimiento de bancos de germoplasma y el intercambio internacional de esos materiales. Los métodos de recolecta son muy limitados, usualmente se basan en la recolección de estacas leñosas y frutos maduros, con el inconveniente de que son muy susceptibles al ataque de patógenos y estrés fisiológico por lo que necesitan ser transferidos rápidamente a colecciones vivas como única opción de conservación.

Las técnicas de cultivo de tejidos constituyen el potencial para solucionar estos problemas mediante el cultivo de embriones, microestacas, embriogénesis somática, microinjerto en cacao, etc.

Aún cuando estas metodologías han sido desarrolladas en diferentes partes del mundo con poco éxito, son una alternativa de gran importancia en los programas de mejoramiento genético no convencional.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) dentro de sus políticas de investigación en cacao tiene el reto de desarrollar un protocolo para la micropropagación de genotipos superiores el cual será la base para iniciar programas de investigación en conservación in vitro, crioconservación, variación somaclonal y selección de plantas regeneradas con características de resistencia a enfermedades. De ahí que se ha estado trabajando con bastante éxito en

embriogénesis somática de clones previamente seleccionados como superiores por sus características de buena habilidad combinatoria, rendimiento, calidad y por presentar alguna resistencia a enfermedades. Asociados a esto el microinjerto in vitro es un método altamente confiable que ha permitido la obtención de plantas completas mediante el injerto de embriones somáticos sobre plántulas provenientes de semilla. Estos resultados son de gran relevancia y abren nuevas perspectivas para resolver los problemas inherentes del mejoramiento genético en cacao.

## **F. CAPACITACION**

### **A. Paredes**

Las actividades de capacitación en la Sección Cacao en el CATIE durante estos últimos diez años, se han realizado por medio de cursos cortos, conferencias especializadas, seminarios, talleres y adiestramiento en servicio, orientados a la actualización de conocimiento y el desarrollo de habilidades y destrezas específicas de los profesionales involucrados en el cultivo y producción del cacao; sin olvidar la investigación y transferencia de tecnología.

En cuanto a la asistencia técnica, abarca múltiples actividades; sin embargo, su acción ha estado concentrada en dos áreas principales: una, atendiendo peticiones de los países para que el personal profesional asesore en forma más o menos individual, aunque preferentemente institucional, en la solución de problemas técnicos, tanto específicos como generales, y la otra, proporcionando asistencia técnica directa a programas y proyectos nacionales de investigación y desarrollo del cultivo tecnificado del cacao.

A continuación se resumen en el Cuadro 11 el número de personas participantes a cursos de capacitación y adiestramiento en servicio.

Siendo los cursos teóricos prácticos se registran a cada participante el porcentaje de su actuación en cuanto a horas de práctica y luego de cada día de conferencias se hace un examen

escrito para determinar los niveles de comprensión y aprovechamiento.

Al finalizar cada curso se puede extender certificados de: Asistencia, participación o de aprobación, según el porcentaje de asistencia a las horas-sesión, la aprobación de los trabajos prácticos y el número de horas del evento.

Con la capacitación se crea una capacidad propia en los individuos e instituciones para encontrar formas de solución a sus problemas a corto, mediano y largo plazo.

Cuadro No. 11 Número de participantes a cursos de capacitación y adiestramiento en servicio en el cultivo de cacao de 1979 a 1989

| 81979-1985   | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |
|--------------|------|------|------|------|
| <b>TOTAL</b> |      |      |      |      |
| 364          | 297  | 84   | 86   | 153  |
|              |      |      |      | 984  |



VIII. INFORME SOBRE MANEJO DE GERMOPLASMA DE CACAO EN  
GUATEMALA

Servando Rivera de León\*

**EXPLORACION Y COLECCION:**

Teoría y práctica para coleccionar germoplasma en un centro de variabilidad / dispersión genética.

① **CRITERIOS BASICOS PARA ORGANIZAR EXPLORACIONES:**

1. Debe tenerse en cuenta que la mayor variabilidad genética se encuentra en las poblaciones de cultivares primitivos y salvajes (espontáneas) y muy poca en las variables comerciales o muy avanzadas, lo anterior fundamenta la necesidad de visitar directamente las regiones donde se encuentran poblaciones espontáneas de la especie que interesa y además los campos de cultivo de los agricultores de la región, así como también los mercados de mayor movimiento comercial. Esto asegura la recolecta de una mayor diversidad genética de la especie buscada.
2. Es necesario consultar toda la literatura posible que exista sobre la flora nativa. Para Guatemala la fuente bibliográfica más importante respecto a flora, la constituye la obra "**FLORA DE GUATEMALA**" por Standey y Steyermark y otra, escrita desde 1946 hasta 1977.

---

\* Jefe Proyecto de Cacao. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Sección General de Servicios Agrícolas Estación de Fomento "Los Brillantes". Santa Cruz Mulua, Retalhuleu, Guatemala.  
Seminario Regional de PROCACAO "Manejo de Germoplasma en Cacao". CATIE, Turrialba, Costa Rica. 19 y 20 de Octubre, 1989

Dicha consulta servirá para conocer datos sobre:

- a. Número de grupo taxonómico de la especie de interés.
  - b. Distribución geográfica de la especie y de los grupos.
  - c. Usos posibles de la planta.
  - d. Sinónimos del nombre común de la planta.
3. Debe consultarse un mapa Hipsométrico para buscar información respecto a:
- a. Area territorial de la región que ocupa la especie.
  - b. Red vial que comunica toda la región.
  - c. Distancias posibles a recorrer al momento de explorar
  - d. Fisiografía de la región.
4. Hay que tomar en cuenta la información obtenida en b y c para determinar:
- a. Las regiones a explorar.
  - b. Tiempo necesario para realizar la exploración.
- 4.1. El criterio para seleccionar las regiones que aseguren recoger la mayor variabilidad, deberá de hacerse en base a la mayor diversidad de grupos taxonómicos que reporte la literatura consultada. Otro criterio complementario es la distribución altitudinal de la especie, ya que ayuda a seleccionar diferentes puntos específicos que aseguren que la exploración sea horizontal y vertical.

4.2. El tiempo necesario para realizar la exploración dependerá de las regiones seleccionadas, la fisiografía regional, la red vial que comunica toda la región y las distancias entre un punto y otro. Paralelo a lo anterior también dependerá del número de muestras a recoger y la información que se requiera directamente de la región por cada muestra recolectada.

#### **FORMA Y CONDICIONES PARA REALIZAR EXPLORACIONES**

1. Seleccionada la región, el itinerario del recorrido, el tiempo necesario para recorrer la región y recoger todas las muestras necesarias, deberá realizarse lo siguiente:

1.1. Obtener información directa de personas que sean originarias o que conozcan la región seleccionada en cuanto a:

a. Conocimiento que tengan de la existencia de la especie que se busca.

b. Epoca del año en la cual se cultiva o crece espontáneamente (Especies anuales) o las épocas de fructificación (sps perennes).

c. Nombres de personas que viven en la región y que puedan colaborar en la explotación.

d. Servicios públicos de los poblados que se encuentran dentro de la región.

1.2. Al organizar la exploración deberá llevarse lo

siguiente:

- a. Vehículo de doble tracción (equipado).
- b. Recipiente para reserva de combustible.
- c. Mapa hipsométrico
- d. Altimetro
- e. Brújula
- f. Cámara de fotografía
- g. Binoculares
- h. Libreta y hojas para las anotaciones
- i. Reservas de alimentos

2. Durante el tiempo en que se realice la exploración debe tenerse en cuenta lo siguiente:

2.1. Hay que verificar la ruta seleccionada a través de preguntas directamente a las personas que se encuentran sobre el camino y tomar en cuenta la mayor parte de los detalles del informe obtenido. Eso ahorra combustible y tiempo para recoger las muestras.

2.2. La información que se obtenga sobre el germoplasma recolectado, sólo podrá ser real, si la comunicación establecida con el agricultor o con la persona informante es amplia.

- 2.3. Para que la exploración resulte lo mas ventajosa posible es necesario que en cada punto específico a visitar se recolecte la mayor cantidad de frutos completamente maduros y semilla.

## **INFORME GENERAL SOBRE EL PROYECTO DE RECOLECCION DE CACAO CRIOLLO EN GUATEMALA**

### **INTRODUCCION**

Para lograr el propósito en la búsqueda de la especie de Cacao criollo puro en Guatemala, en los meses de marzo a junio de 1986 se seleccionaron 4 zonas cacaoteras del país y se efectuaron 4 giras o etapas en la Franja Transversal del Norte (F.T.N) é Izabal Regiones VII y VIII de DIGESA, Región II Coban Alta Verapaz, departamento de El Petén y Malacatán, departamento de San Marcos.

### **OBJETIVOS**

1. Exploración y recolección del material de cacao criollo puro en la Franja Transversal del Norte (Departamento de Alta Verapaz é Isabel Regiones VII y VIII de DIGESA.
2. Exploración y recolección del material de cacao criollo puro en la zona de Alta Verapaz Región II en los municipios de Cahabon, Lanquin, Panzos, Telman y la Tierra.

3. Exploración y recolección del material de cacao criollo puro en el departamento de El Petén Región II, todavía no habilitada por DIGESA, cubriendo los municipios de San Luis, Poptun Dolores, Santa Ana, Flores, San Francisco, La Libertad y Sayaxche.
4. Exploración y recolección del material de Cacao Criollo puro en el municipio de Malacatán, departamento de San Marcos, Región VI DIGESA.

### **RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en las 4 etapas que se realizaron fueron bastante positivas ya que se visitaron 27 lugares, lográndose 7 muestras con cacao criollo puro.

1. Muestra (P). En el municipio de Fray Bartolome de Las Casas Alta Verapaz: fruto maduro, rojo amarillento, pequeño, tipo calabacillo con la punta torcida característico del cacao criollo puro.
2. Muestra No. 1. En la comunidad de Chicaj del municipio de Santa María Cahobon Alta Verapaz: en dicha comunidad no se logró obtener frutos según versión de los dueños del cacaotal aseguraron que es cacao criollo puro de almendras blancas.
3. Muestra No. 2. En la aldea Chicanup, municipio de Lanquin A.V.: tipo del fruto angoleta con la punta torcida típico del cacao criollo cuando maduro adquiere una coloración verde amarillento con trazos rojizos.
4. Muestra No. 3. En el campamento de Chulac INDE Aldea

Chiis municipio de Cahobon A.V. se logró escudriñar una planta adulta original y 3 pequeñas de aproximadamente 20 años de edad, tiene un parecido con la especie *Herranea*, hojas lanceoladas, flores en abundancia principalmente en el tronco, no se encontraron frutos, las pochas y semillas son parecidas al cacao comercial según versión de la persona que nos dio la información.

5. Muestra No. 4. En el caserío de Colpeten del municipio de Dolores se encontró una planta aislada de cacao criollo puro a orillas del río La Puente. Forma del fruto tipo angoleta pequeño con la punta torcida de color rojo amarillento cuando madura.
  
6. Muestra No. 5. En la finca Las Margaritas del señor Arturo Escobar en el caserío de Colpeten del municipio de Dolores. El fruto tiene forma de Tipo Cundeamor con la punta torcida característico del cacao criollo tamaño mediano cuando madura adquiere un color verde pálido amarillento.
  
7. Muestra No. 6. En la finca Candelaria ubicada en el municipio de Malacatán, departamento de San Marcos, en la Zona Sur Occidental del país fronteriza con México; como un caso esporádico se logró obtener dos frutos de cacao criollo puro de forma tipo Angoleta tamaño mediano, cuando maduro es de color anaranjado amarillento.

**CONCLUSIONES**

1. Por lo tanto se pudo observar en las 4 giras realizadas para la exploración de cacao, se puede considerar que todavía existe en muchos lugares cacao criollo puro en estado silvestre en bosques o montañas en donde aún no ha llegado la devastadora mano del hombre.
2. La inmoderada tala y quema de bosques para aprovechar la madera y más que todo para dedicarlos a la siembra de maíz, frijol y chile por unos 2 a 3 años y luego abandonarlos.
3. Mientras no exista un estricto control que frene estos fenómenos que suceden con mucha frecuencia; las áreas de cultivo para el cacao se reducirán cada vez más y las especies de material genético tan valioso estarán en peligro de extinción.
4. Los lugares que se van deforestando, tendrán que cubrirse nuevamente de vegetación apropiada para dedicarlos al cultivo del cacao ya que dicho cultivo pertenece al grupo de las Humbrófilas que significa muy amiga de las sombra y que en nuestro medio centro americano es necesario prodigarles este factor tan importante.
5. En San Luis que era una de las zonas más cacaoteras del Petén según versión de varios agricultores del lugar, ahora prácticamente casi no lo cultivan y algo más, la vegetación que cubría estas tierras se ha perdido en casi un 70%.
6. También por la deforestación y quema de montañas que constituye el patrimonio de El Petén se esta perdiendo debido a erosión genética precipitación pluvial, hombre, cambios en

cultivos, sequía muy prologada e inundaciones.

7. Para lograr un mayor número de muestras representativas de la especie de cacao criollo puro, en esas zonas cacaoteras, se necesita de más tiempo, financiamiento e instituciones que tengan interés en realizarlo con el mayor éxito deseado.

8. Actualmente en el departamento de Alta Verapaz y especialmente en el del Petén, no se cuenta con la libre locomoción, seguridad y confianza para poder seguir realizando ese tipo de trabajo por tener que internarse a lugares montañosos.

#### **RECOMENDACIONES**

1. Que en el menor tiempo posible sea aprovechado el potencial de los departamentos de Alta Verapaz é Izabal y especialmente con el que cuenta el Petén para incrementar el cultivo del cacao.

2. Que se haga conciencia efectiva en los agricultores y se emitan leyes para que de una vez por todas se termine con la tala y quema de bosques en esas zonas.

3. Que las giras de exploración y recolección de muestras de germoplasma de cacao criollo puro, se hagan cuando las plantas se encuentren en producción que es de noviembre a abril de cada año, ya que en la primera etapa se tuvo dificultades en obtener el material por no encontrar frutos en esa fecha.

4. Basado en los resultados logrados positivamente y para

que no se pierda este material tan valioso y sea aprovechado técnicamente no solamente para todo el mundo cacaotero, es de suma urgencia que tanto instituciones nacionales como internacionales tomen los criterios que sean necesarios para conservar los recursos genéticos en el cacao criollo puro que todavía cuenta nuestro país antes de que sea tarde, por el alto nivel de degradación que existe en nuestra vegetación.

### GERMOPLASMA DEL CACAO

#### RECURSOS GENETICOS

Como en otros cultivos, en cacao hay varias categorías de Recursos Genéticos.

- a) Cultivares primitivos, que forman aún la mayoría del material de cultivo.
- b) Cultivares avanzados, híbridos o clones superiores por rendimiento, resistencia y calidad.
- c) Poblaciones silvestres, que crecen espontáneamente en las selvas y montañas y las que se asume que no han sido afectadas por el hombre.
- d) Especies afines, en este caso especies de *Theobroma* y del género más cercano, *Herrania* de las que se puede esperar algún intercambio genético con T. cacao.

**CONSERVACION**

La conservación de recursos genéticos se puede realizar en 4 formas:

- a) Almacenamiento de semillas a baja temperatura para mantener su variabilidad
- b) Colecciones Vivas en el campo.
- c) Reservación de cultivos de tejidos en laboratorio.
- d) Conservación in situ.

En cacao el primer sistema no puede aplicarse, debido a la viabilidad muy corta de la semilla y el cuarto no ofrece mayor seguridad para la conservación.

- a) Las colecciones vivas se pueden establecer en:
  1. Plantas provenientes de semilla.
  2. Injertos
  3. Estacas enraizadas
  4. Acodos

Cada uno de estos sistemas tiene ventajas y desventajas en el mantenimiento y producción. La propagación clonal permite conservar la identidad genética del material, mientras que la propagación por semilla expresa la diversidad intervarietal, para dar segregación por la naturaleza heterocigota del cacao.

En el establecimiento de colecciones hay que considerar 2 factores, el sistema de siembra y el número de plantas que va de 3 a 12, la distancia de siembra de estacas enraizadas, injertos y las de semilla, se usa de 3 x 3, 2 x 3, 3 x 4 mts.

La identificación de las entregas de una colección merece la mayor atención: Se utilizan dos sistemas: las marcas de cambio (placas de concreto o metal), colillas de metal, etiquetas plásticas, etc. y los mapas o planos de siembra. Estos dos sistemas deben siempre coordinar para las labores de campo, revisión en las colecciones, recolección de semilla, identificación de plantas por características específicas.

El diseño de la colección o sea la disposición de las siembras en el campo, acomodar el número de entradas y la distancia de siembra a las condiciones del terreno disponible. El suelo es un factor fundamental, con frecuencia existe la tendencia a ocupar todo el terreno, a dividirlo y sembrarlo en bloques homogéneos. Al diseñar una colección se debe tomar en cuenta que sea accesible, disposición de los caminos fácil de manejar que tenga un buen drenaje natural o por medios artificiales aspersión de fungicidas, limpieza, recolección, disposición de la sombra, al inicio de la colección y para trabajos de mantenimiento.

b) El mantenimiento de germoplasma en cultivos de tejidos requiere el desarrollo de técnicas para conseguir el medio óptimo en que se desarrollan los materiales para que produzcan plántulas normales y para hacerlas crecer posteriormente. Estas técnicas esta aún en la etapa de investigación.

c) La conservación in situ implica dejar las plantas en el

ambiente en que se encuentra (selvas húmedas), de modo que conservando toda el área silvestre, se pueden tener permanentemente las plantas. Hay dos limitaciones en este sistema: uno es el peligro de que se destruyan esas plantas por factores naturales y artificiales y el otro es que por selección natural se eliminan algunas poblaciones.

d) El germoplasma del cacao esta sujeto a pérdidas: por erosión genética, como cualquier otro cultivo. Estas se deberán a:

- 1) Reemplazo y abandono de cultivares primitivos por avanzados
- 2) Eliminación de germoplasma "silvestre" por la destrucción de selvas, para dar campo a áreas agrícolas, proyectos hidroeléctricos, etc.
- 3) Presión de selección natural, poco o ninguna resistencia a enfermedades, plagas, etc.

### 3 EXPLORACION:

La recolección de materiales silvestres y en cierta medida de tipos nuevos o aberrantes, es la forma de salvar el germoplasma y establecerlo en condiciones artificiales de conservación. La exploración requiere:

- 1) La identificación más completa posible del lugar donde se recoge la muestra, utilizando datos geográficos, mapas, fotos aéreas, etc.
- 2) Información de campo, lugar donde se recoge el material, selva plantación, etc., usos que se le den localmente, características especiales, etc.

3) Muestreo, si se justifica, se deberá hacer un muestreo sistemático.

4) Recolección de ejemplares de herbario, para su identificación y estudio posteriores.

#### **CONSERVACION Y DOCUMENTACION DE GERMOPLASMA**

No es sino hasta en los últimos 15 a 20 años que se han interesado en los recursos naturales, los cuales han recibido una especial atención ya que mucho material de nuestra flora esta desapareciendo con tanta rapidez, que ya hace difícil en muchos casos recuperarlos y la mayoría de veces se están perdiendo por falta de programas específicos a largo plazo, de acción inmediata y en grupos a nivel nacional e internacional, para rescatar hasta donde sea posible los recursos en mención.

De hecho se comprende que la riqueza en los recursos genéticos es mucho mayor en los países en donde la agricultura no se ha modernizado. En los sistemas primitivos de agricultura no solamente hay un alto índice de cultivos, sino que también mayor variedad de estos. Como puede comprobarse en un recorrido por los diferentes mercados de la abundancia de frutas y hortalizas que varían con el lugar y la época.

La conservación del germoplasma nativo es urgente también por los cambios sociales que están ocurriendo en nuestra región.

Probablemente el más importante de ellos es la actitud de la gente respecto a los cultivos foráneos que con ciertas políticas algunos gobiernos de mando han introducido estos

materiales sin saber si son buenos o malos para el país.

El consumo de éstos es una señal de prestigio social que lleva a menospreciar y abandonar los cultivos nativos. Es necesario hacer notar que la mayoría de los casos la adopción de un cultivo foráneo, no mejora los aspectos nutricionales, en nada, ni resulta más fácil o barato su preparación como alimento. En hortalizas se ha probado en diferentes lugares de los trópicos, que la adopción de las hortalizas europeas no implica ninguna mejora en la cantidad de vitaminas o minerales que suplen las hortalizas nativas. Tampoco resulta más económico su producción y preparación para el consumo.

De menos impacto por el momento, pero un peligro potencial para el futuro, es el cambio dentro del mismo cultivo de sus variedades primitivas por cultivos avanzados. En México y Guatemala este peligro no es inminente pues no hay muchos programas de mejoramiento genético y las comunidades agrícolas, especialmente indígenas son muy conservadoras. Sin embargo, se introducen constantemente nuevas variedades y hay programas agrícolas que fomentan su adopción. Esto hace más urgente la preservación y el estudio de los cultivares primitivos.

Hay finalmente otro factor que opera en contra de los recursos genéticos autóctonos; falta de tecnología en los cultivares, manejo, producción y uso, es más fácil conseguir materiales de propagación, información o asesoría en los cultivos foráneos que en los locales, ya que aún la escasa investigación, que se hace pone mucho énfasis en los primeros.

La documentación en un centro de recursos genéticos

debe cubrir tanto las características de las especies con que se trabaja, como los procesos de su conservación. Debe además suplir información a quienes necesitan utilizar el germoplasma almacenado en el centro de programas de mejoramiento genético o de otra naturaleza. La documentación es el proceso de compilar, seleccionar, clasificar y localizar información. Esta última puede clasificarse en varios tipos. Información destinada a identificación (nombre común y científico del material) nombre del colector, número de la colección y fecha, localización del almacenamiento y otros). Otro tipo de información se refiere al organismo (características morfológicas, fisiológicas y genéticas); información ambiental, como altitud, clima, suelo y vegetación en que crece el material en su ambiente natural; información específica sobre el cultivo (características de su uso, notas etnobotánicas, etc) e información bibliográfica.

## **EVALUACION / UTILIZACION**

### Evaluación de germoplasma con especial referencia al uso de la sombra.

La evaluación de germoplasma en nuestro país está plenamente comprobado que deberá mantenerse bajo sombra de Ingas especialmente en 50% para la región Sur Occidente y de 25 -30% en el Norte y Atlántico, ya que en nuestro medio centro americano el cultivo del cacao debe establecerse con sombra permanente en el tiempo que dure el cultivo por pertenecer al grupo de plantas Humbrófilas.

Evaluación y utilización de germoplasma promisorios a rendimiento y enfermedades en el país.

También se ha tenido mucho cuidado y un esmero especial en utilizar el germoplasma promisorio tanto en aumentar los rendimientos; como en usar material resistente a enfermedades y plagas en todas las zonas cacaoteras del territorio nacional.

#### El rol de germoplasma del país en programas nacionales.

Con cuidado y mucha dedicación el rol de germoplasma se ha utilizado en programas nacionales para el establecimiento de nuevas plantaciones de cacao mejorado para obtener no solamente altas producciones con cacao de mejor calidad sino que nos permita competir con el mercado internacional para lograr mejores precios en el producto final.

#### Perspectivas del país sobre la conservación y utilización de germoplasma criollo de la región:

Léase cuidadosamente el informe general sobre el Proyecto de recolección de cacao criollo puro en Guatemala.

#### Uso de germoplasma en mejoramiento para resistencia a enfermedades del cacao en Guatemala.

Hasta la fecha y a pesar de las limitaciones, el Proyecto de Cacao de la Estación de fomento Los Brillantes, sigue realizando trabajos de experimentación y evaluación a resistencia en enfermedades del cacao tanto con plantas clonales como Híbridas de Cacao.

#### Jardines Clonales versus utilización de semilla Híbrida de Cacao en el país.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA a través de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA, cuenta con 2 Estaciones: Estación de Fomento Los Brillantes, ubicada en Santa Cruz Muluá, Departamento de Retalhuleu en la zona Sur Occidente y la Estación de Fomento Navajoa, ubicada en Cayuga Morales, Departamento de Izabal, en la zona Norte del país.

1) ESTACION DE FOMENTO "LOS BRILLANTES"

Los Brillantes cuenta con suficiente material clonal en varios Jardines é Híbridos de Cacao.

Antes de entrar en detalle en tan importante renglón quiero hacer un poco de historia con respecto al establecimiento de los clones guatemaltecos logrados a través de una cuidadosa selección de 120 plantas élites entre 20 a 30 años de edad con una producción de 100 a 300 pochos (frutos de cacao) y resistentes a podrición negra por 3 años de estudio (1955-1957). Dichos árboles fueron obtenidos y marcados en las fincas "San Ignacio", "La Soledad", "Villa Edna", "San Agustín Ixtacapa" y "Buenos Aires", en San Antonio y "El Recreo" en Cuyotenango, todas en el departamento de Suchitepéquez, cuna del cacao en Guatemala. De este trabajo que duró 3 años se lograron 40 clones comerciales y están identificados con las siglas SGU (Selecciones Guatemaltecas).

SGU = 1, 2, 3, 4, 20, 21, 26, 32, 30, 43, 46, 49, 50, 53, 54, 55, 60, 61, 62, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89 y 104.

Y- Introducción de material clonal de otros países.

**M E X I C O**

Se introdujeron 34 clones comerciales identificados con las letras R = Rioja, P = Providencia (finca)

R = 2, 6, 8, 9, 10, 13, 15, 19, 23, 24, 30, 34, 39, 41, 44, 48, 52, 71, 75, 76, 78, 88, 100, 101, 105, 106, 103 y 117.

P = 8, 10, 21, 22, 23 y 43

Oficialmente se identifican con las siglas RIM (que significa Rosario Izapa México).

**C O S T A R I C A**

Introducidos desde 1956, 20 clones comerciales e identificados con las siglas de UF CB= procedentes de la United Fruit Company de Costa Rica, actualmente se identifican con las letras UF solamente.

UF = 10, 11, 12, 27, 29, 168, 221, 246, 273, 296, 613, 650, 667, 668, 676, 677, 700, 705, CATIE 1000, y Diamantes 800

CC = 18, 41, 137, 182, 210, 225, 266 y Santa Clara 3.

**P E R U**

PA = 13, 121, 169, POUND 7 Y POUND 12.

**C O L O M B I A**

SPA 9

**B R A S I L**

SIAL 56, SIAL 325, SIAL 407, NA 34, RB 41.

**V E N E Z U E L A**

CHUAO 120, OC 61, PORCELANA

Actualmente en Guatemala hay híbridos experimentales y comerciales nacionales e introducidos del CATIE, Turrialba, Costa Rica. 84 híbridos Guatemaltecos en experimentación y 15 híbridos comerciales. 128 híbridos de CATIE en experimentación y 36 híbridos comerciales.

2) ESTACION DE FOMENTO NAVAJOA:

Este centro también cuenta con jardines clonales con una buena colección, no tan completa como la de Los Brillantes, pero si se puede decir que dispone de los clones guatemaltecos, mexicanos, costarricenses, brasileños y ecuatorianos, así como de Híbridos experimentales y comerciales, nacionales e introducciones con plantaciones establecidas de 1 a 4 años de edad.

3) Recientemente el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA en el municipio Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz, cuenta con su Jardín Clonal con clones nacionales e introducidos, desde luego con una pequeña colección, como la introducción de Híbridos experimentales para su evaluación en esa zona.

4) El municipio de Santa María Cahabon, Alta Verapaz, cuenta con varios Jardines Clonales tanto en la cabecera como Centro de actividades de DIGESA y algunas comunidades de clones promisorios para poder abastecer de su propio material ya que el tiempo y vías de acceso no lo permiten, también en esta zona se han establecido plantaciones con híbridos comerciales de cacao que van de los 2 a 4 años de

edad.

5) El centro de Agricultura Tropical de Bulbuxyá de la USAC en jurisdicción de San Miguel Panán, Departamento de Suchitepéquez, cuenta con su Jardín Clonal con materiales nacionales e introducidos en un número de 33 clones y 44 híbridos en experimentación.

La finca Buena Vista de la Asociación Nacional del café ANACAFE de San Sebastián, departamento de Retalhuleu, después de Los Brillantes, quizá esta finca tiene su Jardín Clonal más enriquecido ya que cuenta con 73 clones entre nacionales o introducidos adquiridos en Los Brillantes y 42 híbridos en experimentación para su evaluación y análisis, 15 comerciales.

En lo particular hay varias fincas que cuentan con sus Jardines Clonales comerciales para abastecer de su propio material, el cual han adquirido en Los Brillantes comprando plantas o bien varetas porta-yemas de clones nacionales e introducidos. Entre ellas estan: finca San Isidro, Mazatenango, Such, que cuenta con una plantación de Híbridos comerciales ya en producción.

Las fincas El Carmen y La Libertad y Anexos en Colomba departamento de Quezaltenango, que además de poseer los clones nacionales e introducidos tienen Híbridos comerciales en producción y finca Candelaria y Anexos en Jurisdicción de Malacatán, departamento de San Marcos, también cuenta con su propio Jardín Clonal para abastecerse del material requerido para la obtención de sus injertos en el establecimiento de sus plantaciones.

Utilización de Semilla Híbrida, Materiales Vegetativos y

Semillas locales en el país.

a. La Estación de Fomento "Los Brillantes", desde 1986 ha estado utilizando semilla híbrida con el cruce de 20 a 30 clones promisorios en la hechura de plantas para la distribución a las personas interesadas en adquirirlas; así mismo en el año 1987 se inició la entrega de frutos híbridos plenamente identificados para la formación de nuevas plantaciones comerciales.

b. En el Centro de Agricultura Tropical de Bulbuxyá, USAC en colaboración con Los Brillantes, se ha entrenado personal femenino en el programa de polinización para la hechura de híbridos comerciales y desde 1987 empezó a distribuir la semilla híbrida preparada e identificada para los agricultores o finqueros que están interesados en establecer plantaciones con este material mejorado; cuenta con 20 a 24 clones.

c. La finca Buena Vista ANACAFE que también se le entrenaron mujeres para realizar el programa de Polinización para producir plantas híbridas y distribuir las especialmente entre sus asociados, prácticamente tiene dos años de realizarlo 1988-89, dispone de 18 a 24 clones sugeridos por Los Brillantes, para hacer los diferentes cruces.

Prácticamente todos los materiales que no dan un resultado satisfactorio después de haberse probado experimentalmente en cuanto a resistencia, alta producción y calidad, son eliminados aún en muchos lugares o fincas que están dedicados al cultivo del cacao, siempre están usando semilla local o clonal seleccionada como plantas patrones para establecer sus almácigos y obtener sus plantas injertadas.

## Cooperación y Problemas Políticos:

Documentación, intercambio y distribución de germoplasma del país.

### Documentación

#### Incluye:

1. Identificación del material con el número del cultivador. Este nombre no debe combinarse innecesariamente, como se hace con frecuencia en las colecciones de América Latina.
2. Establecimiento de Descripciones: que permita formar catálogos (publicaciones, información en computadoras, etc).
3. Intercambio de Información: Para no llegar a la duplicidad de información en trabajos que se ejecuten en los países cacaoteros especialmente Centroamérica y el Caribe, es indispensable este intercambio.

### Intercambio de Germoplasma:

El intercambio de germoplasma deberá realizarse sobre una accesibilidad de los materiales en las colecciones. Esto no impide desde luego que se tenga que cobrar por el valor mismo del material y por los costos del envío. Lo ideal será establecer una red de colecciones (Estaciones, Centros Experimentales, etc), que permita hacer el intercambio cuando fuera necesario o a través de Estaciones cuarentenarias y lograr así que se disponga de material para el mejoramiento genético y la conservación permanente en colecciones duplicadas.

### Reporte de Bancos de Germoplasma:

Los bancos de germoplasma de cacao son de una utilidad incalculable, y cada país centroamericano y del caribe debería contar con el suyo para poder disponer de su propio material genético especialmente criollo; así poderlo intercambiar mediante programas de mejoramiento genético, para lograr materiales más promisorios no sólo a nivel nacional sino que internacional, que esten involucrados en el mundo cacaotero. En la actualidad 2 países centroamericanos cuentan con programas de mejoramiento genético, Lancetilla con banano en Honduras y CATIE en Turrialba, Costa Rica en café y cacao.

### Reportes del País:

Hay varios reportes que indican que Guatemala como país Centroamericano esta considerada como uno de los centros mundiales de origen de la agricultura general; así mismo forma parte de la región mesoamericana, uno de los 8 centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas; por lo tanto es de esperar que dentro de su territorio exista riqueza florística aprovechable. Esto queda comprobado al revisar el inventario preliminar realizado por el CATIE, en el cual se reporta el 48% del total, de 104 especies útiles al hombre (en las cuales deberá estar incluida el cacao criollo) consideradas autóctonas de mesoamérica, presentes desde luego en Guatemala. Principios en la organización de exploraciones para recolectar Germoplasma de interés social, informe General sobre el Proyecto de Recolección de Cacao Criollo en Guatemala. Los recursos genéticos de algunos cultivos nativos de Guatemala. Recolección de Germoplasma de Phaseolus (Frijol), en el Occidente de Guatemala. Búsqueda, conservación y desarrollo de los recursos genéticos vegetales de Guatemala.

## Utilización

Sólo mediante la cooperación nacional e internacional que facilite los medios más efectivos y duraderos para el establecimiento de Proyectos, programas y recursos sin limitaciones, se podrá intercambiar y utilizar material genético criollo, siempre que se tome muy en cuenta la transferencia de tecnología del germoplasma mejorado, lo que permitirá a muchos países cultivadores de cacao enriquecer sus colecciones y disponer de su propio material para el establecimiento de nuevas plantaciones más resistentes con mejores rendimientos y de buena calidad.

## Evaluación:

Después de haber estudiado y analizado detenidamente la situación de Guatemala como fuente de riqueza en cuanto a lo que se refiere a recursos genéticos en general y especialmente en cacao, se puede llegar a la conclusión de una evaluación sino completa; bastante avanzada con respecto al cultivo del cacao, ya que además de contar con una buena colección de cultivares no solamente Guatemaltecos sino introducciones de otros países, los cuales están distribuidos estratégicamente en todas las zonas cacaoteras del territorio nacional como centros de abastecimiento para seguir incrementando el cultivo del cacao a pesar de las limitaciones y no contar con créditos a corto plazo (de avío para levantar las cosechas) y a largo plazo con bajos intereses para el establecimiento del cultivo en todas sus fases.

## C O M P E N D I O

## Manejo de Germoplasma en Cacao:

Para lograr y tener éxito en el manejo de germoplasma en cacao deberán contemplarse los siguientes pasos:

En Exploración y colección hay que tomar en cuenta: número de grupos taxonómicos, especie de interés, distribución geográfica, especie y grupos: uso posible de planta: nombre común, mapa Hipsométrico; red vial que comunica la región, distancias a tomar y tiempo.

Regiones a explorar, Fisiografía y criterio para selección.

Información directa con personas originarias, que conozcan la región.

Conocimiento de la existencia, especie buscada. Epoca que fructifica, colaboración de personas para exploración servicios públicos. Disponer vehículo de doble tracción. Recipiente con reserva de gasolina. Altímetro, Brújula, Cámara, Binoculares, Libreta.

Para tener éxito, recolectar mayor cantidad de frutos y semillas.

**Germoplasma de Cacao:**

- a. Cultivares primitivos
- b. Cultivares avanzados
- c. Poblaciones silvestres
- d. Especies afines

La conservación de recursos genéticos deberá hacerse en colecciones vivas en el campo, por semilla híbrida, injertos

y estacas, en bloques duplicados plenamente identificados.

La documentación en un centro de recursos genéticos debe cubrir las características de la especie y los procesos de conservación.

La evaluación es necesario hacerla para saber si se cuenta con suficiente material para su utilización.

Los Jardines Clonales deben renovarse y enriquecerse con la introducción de materiales promisorios y seguir con la obtención de nuevos híbridos comerciales.

Fomentar el intercambio de información y reportes de bancos de germoplasma entre los países cacaoteros.

**LITERATURA CONSULTADA**

1. OTZOY ROSALES, MYNOR RAUL. Caracterización Agromorfológica y bromatológica de 18 cultivares de Pepitoria (Cucurbita mixta Pang) del Norte y Sur de Guatemala en el Valle de San Jerónimo Baja Verapaz. Noviembre 1986. 5 - 6 p.
2. MARTINEZ, ANIBAL. 1982. Principios en la organización de exploraciones para recolectar germoplasma de interés social. Revista Tikalia Epoca 1 N<sup>o</sup> 1 Facultad de Agronomía USAC, Guatemala. 69-72 p.
3. RIVERA DE LEON, SERVANDO. 1986. Informe general sobre el Proyecto de Recolección de Cacao Criollo en Guatemala. 9 p.
4. DEBOVEK, DANIEL; SOTO, JUAN JOSE. 1988. Recolección de Germoplasma de Phaseolus (Frijol) en el Occidente de Guatemala. Revista Tikalia Vol. VI N<sup>o</sup> 1 Facultad de Agronomía USAC, Guatemala. 22 p.
5. GONZALEZ S., MAX Y AZURDIA P, CESAR A. 1985. Los recursos genéticos de Algunos cultivos nativos de Guatemala. MAGA. Unidad de Comunicación Social. 3 p.
6. LEON, JORGE; COLIDBACH, HEINER Y ENGELS, JAN. 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas en América Central. Programa de Recursos Genéticos, CATIE GTZ, Turrialba, Costa Rica. 24 - 25 p.
7. AZURDIA PEREZ, CESAR AUGUSTO Y GONZALES SALAN, MAX. 1986. Informe final del Proyecto de Recolección de Algunos cultivos nativos de Guatemala. Programa de Hortalizas Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA). 3 - 4, 251 - 252 p.

**IX. SUGERENCIAS PARA APROVECHAR MEJOR EL GERMOPLASMA  
DE CACAO EN SIEMBRAS COMERCIALES DE COSTA RICA**

**André Helfenberger\***

**1. COMPENDIO**

A los agricultores de Costa Rica se les ha distribuido una mezcla constantemente variable de un número muy elevado de cruces interclonales de cacao de gran heterogeneidad genética, con la finalidad de obtener una mayor defensa contra ataques por plagas y enfermedades y al mismo tiempo elevar el promedio de rendimiento de cacao seco por hectárea/año de escasos 300 a 1.000 Kg.

Sin embargo, esta heterogeneidad ha dado plantaciones en las cuales un porcentaje reducido de los árboles producen la mayor parte de la cosecha. Su manejo, y la obtención de una calidad uniforme de tamaño y aroma son difíciles.

Por estas razones se han hecho estudios de rentabilidad por categorías de árboles para seleccionar entre ellos élites para corregir estas deficiencias mediante la injertación de los árboles poco productores. Los resultados hasta ahora obtenidos son alentadores, tanto por el material superior encontrado, como por la uniformidad, precocidad y productividad de los árboles injertados en un material genéticamente variable.

Así mismo las primeras experiencias con el manejo pos-injerto y la poda de formación basada en la tecnología desarrollada en Malasia y Filipinas son prometedoras.

---

\* Seminario Regional de Manejo Germoplasma de Cacao. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 19 y 20 de Octubre, 1989.

## 2. INTRODUCCION

El germoplasma de cacao utilizado para la distribución entre los agricultores de Costa Rica ha consistido, hasta hace muy poco tiempo, en una mezcla variable de unos 44 cruces interclonales. La finalidad primordial ha sido la obtención de poblaciones de una gran variabilidad genética como prevención contra una destrucción en gran escala de las plantaciones por alguna enfermedad del cacao ya conocida o por surgir en el fruto.

Estos cruces son superiores a la semilla no seleccionada, sin embargo, de ellos se desconoce la segregación en cuanto a las principales características que debe tener un material genético recomendado para las siembras comerciales, como lo son la productividad, el fenotipo, la tolerancia o susceptibilidad a plagas y enfermedades y la calidad del producto final.

Por regla general se acepta que en estos cruces interclonales el 30% de los árboles producen entre el 50 y 60% de la cosecha, lo cual significa que en un grado mayor o menor se sub-utiliza un área de la plantación, puesto que está ocupada por árboles que tienen el mismo costo con una producción y calidad inferior.

Poca importancia se le ha dado a la gran variabilidad del fenotipo de estos cruces. Sin embargo, esto es un factor fundamental para la explotación racional de un cultivo perenne. La variabilidad se constata en el plano vertical en tanto que la altura del verticilo puede variar entre menos de uno a más de 2 metros, y en el plano horizontal el diámetro de la corona de los árboles varía entre 2.5 a 5 metros. Esto implica la imposibilidad de

tomar una decisión acertada para decidir la distancia de siembra adecuada para el pleno desarrollo del potencial genético. Sin ésta es difícil hablar de un manejo de la plantación en el sentido estricto de la palabra.

La evidencia de la variabilidad con relación a la tolerancia o susceptibilidad a las diversas plagas y enfermedades se manifiesta claramente por el hecho de que en todo el país las principales de ellas están presentes en las plantaciones de cacao.

Otro factor importante es el de la variabilidad en la calidad de estos cruces interclonales. Cada tipo de cacao tiene su capacidad inherentes de fermentación, lo que quiere decir que en todas las plantaciones actualmente establecidas en el país, hay mezclas de diversas proporciones en las cuales se encuentran tipos que fermentan entre 3 a 8 días, razón por la cual será difícil obtener una calidad uniforme en cuanto a fermentación y desarrollo del aroma potencial de cada tipo involucrado. Así mismo, el tamaño de las almendras varía entre menos de uno a más de dos gramos, lo cual dificulta un secado y tostado óptimo.

Por la falta de los datos esenciales de cada uno de los cruces se hicieron las mezclas al azar y fueron vendidas según la disponibilidad del momento en los diversos jardines clonales autorizados en el país. Así en ninguna de las plantaciones de cacao sembradas en el país se pueden distinguir sin lugar a duda, los cruces y sus mezclas proporcionales. Esta misma variabilidad puede existir aún dentro de las mismas plantaciones, si las semillas han sido adquiridas en diferentes fechas.

Por las razones arriba mencionadas se han iniciado

algunos trabajos con la empresa privada, para rehabilitar plantaciones afectadas por estos problemas.

### 3. REVISION DE LITERATURA

La gran mayoría de las plantaciones, no sólo en Costa Rica, sino en el mundo, se establecieron a partir de la semilla, tanto corriente como mejorada [híbrida].

Desde el principio del siglo y hasta los años treinta se han realizado una serie de observaciones e investigaciones en Trinidad, que aún hoy en día nos pueden guiar en la búsqueda de mejorar nuestras plantaciones.

Ya en el año 1910 (1) se establecieron experimentos con aplicaciones de estiércol en unas parcelas de 50 árboles. Pronto se descubrió que estas aplicaciones influyeron poco en la producción. El resultado dió lugar al estudio del árbol de cacao como unidad productora. Se observó que el rendimiento de las parcelas se debía a la relativa productividad individual de los árboles en cada una de ellas y dependía principalmente de la proporción relativa de individuos altamente o pobremente productores en cada caso. Proporciones de árboles muy elevadas daban menos de 13 mazorcas [0.42 Kg seco], [Índice de mazorca: 28.5 por Kg de cacao seco por año]. Otros árboles eran altamente productivos. Se observaron unos 14.000 árboles por un período de 10 años.

Prácticas culturales especiales, así como fertilización continua con estiércol, no produjeron cambios fundamentales en el comportamiento de los árboles. Durante los siete años de observación se notó un aumento general de la capacidad productora con la edad, pero los árboles inicialmente pobres

siguieron siendo los más pobres durante los últimos dos años de cosecha, así como los árboles altamente productores durante los dos primeros años, siguen altamente productores los dos últimos años de cosecha. De una manera similar se portaron los árboles medianamente productores.

En concordancia con esta investigación se trató de determinar la proporción de árboles poco, medianamente y altamente productores, lo cual fue demostrado por Freeman (2) en el año 1929, cuando encontró que el 23% de los árboles produjeron entre 0 y 12; el 20% entre 13 y 25; el 30.4% entre 26 y 50; el 15.9% entre 51 y 75; el 6% entre 76 y 100 y el 4.7% < 100 mazorcas por año.

De una manera similar, Sheperd (3) publicó en el año 1937 los resultados de unas investigaciones exhaustivas en las que también se encontró que la tendencia de árboles de alta y de baja productividad se mantenían a través de los años. Una de sus parcelas de 742 Kg de cacao seco/Ha, tenía 16% de árboles improductivos y 37% de árboles que producían menos de 0.46 Kg de cacao seco, con un total de 53% de árboles con los cuales no se podía amortizar la inversión.

Al mismo tiempo estudios económicos revelaron que existían plantaciones mal manejadas con buenas producciones, así como plantaciones con buen manejo con rendimientos inferiores. Esto resalta la importancia que tiene el material genético para las siembras comerciales.

Las poblaciones de los cruces interclonales actualmente sembradas en todo el país se portan de una manera muy similar, como lo reveló un estudio hecho para el Consejo Agropecuario Agroindustrial Privado (CAAP) a fines del año 1986 (4). En éste se demostró que en una población de 320

árboles en la zona atlántica el 28% de los árboles produjeron el 70% de las mazorcas, rendimiento obtenido solo después de haber sido polinizado a mano. En otra población similar se observó que en el 9% de los árboles la emisión del verticilo ocurrió a menos de 1m; en el 48% entre 1.1 y 1.4; en el 27% entre 1.45 y 1.75; y en el 15% entre 1.8 y más de 2 metros. Esto indudablemente dificulta todas las prácticas culturales tales como poda y control de plagas y enfermedades. Las posibilidades de mejor aprovechar el germoplasma de cacao en Costa Rica fue presentada en la segunda parte del mismo informe en enero 1987 (5).

En un trabajo presentado en la Conferencia Internacional de Investigación en Cacao en Mayo, 1987 República Dominicana, se hizo una reseña sumamente interesante sobre los logros y problemas de la industria del cacao en Malasia (6). Se señala que con sus siembras de híbridos en el sector de las grandes plantaciones se logran rendimientos de entre 1.000 y 2.000 Kg de cacao seco por hectárea y año, en vez que los pequeños agricultores no pasan de 400 a 600 Kg/Ha/año por el uso frecuente de semilla F<sub>2</sub>. Su mayor problema, sin embargo, es el de la baja calidad, así como la falta de uniformidad en el tamaño de la semilla, y el porcentaje elevado de semillas por debajo de 1 Gr. Desde el final de los años setenta se han hecho grandes esfuerzos por mejorar la calidad, variando los métodos de fermentación. En algunos casos pudieron bajar la acidez causa de la mala calidad, pero al mismo tiempo se perdió el aroma a chocolate. El problema mayor era de índole genética y por estas razones han recurrido a la selección de clones y desde del año 1984 el Malaysian Agricultural Research and Development Institute, MARDI, tiene a la disposición de los agricultores 13 clones con las siglas KKM. Se establecieron jardines de yemas, tanto en terrenos del gobierno, como en parcelas de pequeños agricultores, y desde entonces se

imparten cursos de métodos de injertación (7). Al mismo tiempo la Harrison Malaysian Plantations Berhad ha observado durante 18 años 750 descendencias de híbridos y 3.000 clones en más de 350 Has de ensayos en diversas partes de Malasia Peninsular y Sabah, y desde 1983 multiplican y recomiendan la siembra de 10 de sus propios clones (PBC) (8). Desde el año 1988 prácticamente todas las grandes plantaciones decidieron cambiar las siembras de híbridos a clonal (9). Para poder llevar a cabo un Programa de esta envergadura era necesario desarrollar una alta tecnología de injertación y manejo pos-injerto. Los primeros resultados se presentaron en la Conferencia Internacional de Coco y Cacao, 1978, (10), y posteriormente en la de 1984 (11) y (12). Desde entonces, estas tecnologías han mejorado considerablemente (13). El ejemplo más sobresaliente de la tecnología clonal a sido observado en una de las plantaciones de la Davao Fruits Corporation, donde obtuvieron con su propia mezcla de clones, utilizando material ortotrópico para al injertación, rendimientos de 1.200 Kg de cacao seco por Ha entre los 16 y 24 meses después de la injertación. La siguiente cosecha era de 2.800 Kg y desde entonces se mantiene regularmente por encima de 3.000 Kg (13).

Para la determinación de los requerimientos de la fermentación y la calidad en pequeña escala y para cada élite puede resultar útil el método descrito en la Revista Turrialba (14).

Recientemente se han iniciado investigaciones con bioreactores de acero en los cuales todos los factores que intervienen en la fermentación del cacao son controlados por microcomputadores. Esto y la posibilidad de lograr la creación de nuevos micro-organismos susceptibles a mejorar el aroma del cacao podría anular la necesidad de buscar variedades con aroma (Flavor) por métodos tradicionales

(15). Ya en 1960 se ha comprobado que mediante la infiltración al vacío de ciertas enzimas se logró mejorar un cacao genéticamente inferior (16). En este sentido ya hay un antecedente muy interesante y con consecuencias de un alcance imprevisible el de la vainilla. Ya se ha logrado producir vainilla en el laboratorio con un aroma de primera calidad y uniformidad al costo de 23.00\$/lb contra 32.00\$/lb para la vainilla producida en plantaciones (1987). La compañía Escagen espera salir al mercado en 1989 (17).

#### **4. MATERIALES Y METODOS**

##### **4.1 Cálculos de costos, utilidades, pérdidas y del Valor Neto Presente de dos modelos de siembra de cacao.**

La población de 320 árboles arriba mencionada se sometió a un análisis de costos, utilidades y pérdidas hasta el séptimo año inclusive para el total de la población y por cada una de las cinco categorías productoras. Así mismo se efectuaron análisis del valor neto presente (VNP). Se asumieron aumentos de rendimiento del 10% anuales, terminando con una producción de 975 Kg/Ha/año. La categoría no productora del tercer año se le adjudicaron un promedio de 8 mazorcas por árbol con incrementos posteriores del 10%.

Se hizo un modelo teórico simulando una intervención mediante la injertación de los árboles de las categorías 4 y 5 al terminar el tercer año con yemas de las categorías 1 y 2 haciendo los cálculos con las expectativas de cosecha del 50%, del 75% y del 100% a los 2, 3 y 4 años después de la injertación. Los costos y precios usados en los cálculos son los del principio del año 1987.

#### 4.2 Selección de árboles élités.

Observaciones visuales de una plantación situada en la zona Huetar Atlántica demostraron que los árboles se comportaron típicamente como los de una población de cruces interclonales y se prescindió de hacer un análisis detallado descrito en el párrafo 4.1. y de proseguir con la búsqueda de plantas élités escogidos entre 4.000 árboles de 2 años de edad. Se marcaron 30 posibles candidatos con 20 o más mazorcas y se les hizo la prueba de auto-compatibilidad.

Se definió la meta a alcanzar en un árbol modelo que a la edad madura producirá en un 90% mazorcas con 12.932 gr de cacao húmedo, dando 4.914 gr de cacao seco con el factor de conversión inmediata de húmedo a seco del 38%, teniendo un índice de mazorcas por Kg seco de 18, un número de semillas por mazorca de 42 con un peso seco de 1.3 gr. Se considera un árbol de mediana estatura con emisión del verticilo a 1.5 metros del suelo, apto para una distancia de siembra de 2.5 a 3.0 metros. De ser tolerante a las principales enfermedades como la monilia, phytophthora, ceratocystis y antracnosis, con un contenido de grasa no inferior a 57%. A este árbol modelo se le atribuye la calificación 100.

Se iniciaron la toma de datos del número de mazorcas, el peso y el número total de las semillas. Esto último con la finalidad de poder eliminar al inicio de la investigación cualquier árbol que produzca almendras con un peso seco inferior a 1.2 gr. Paralelamente se hacían las primeras observaciones sobre tolerancia o susceptibilidad a las diferentes plagas y enfermedades en el campo e inoculaciones en el laboratorio con monilia y phytophthora con el cacao Matina como testigo.

En cuanto las cantidades lo permitan, se fermentarán pequeñas muestras de fermentación óptimas para cada élite.

Se anotarán las cosechas por árbol mensualmente para la determinación de las épocas de cosecha.

La calificación se obtiene con los cálculos obtenidos en la tabla de factores:

Rendimiento seco = 70/5.405

Indice de mazorcas = 5/18.31

Peso seco/semilla = 10/1.3

Contenido grasa = 4/57

Fenotipo = 3/10

Monilia = 3/-10

Ceratocystis = 2/-20

Phytophthora = 1/-20

Antracnosis = 2/-20

### 4.3. Injertación y manejo pos - injerto.

Hasta la fecha se ha adoptado la técnica de injertación llamada de parche con yemas plagiotrópicas de ramas entre verde/café.

Sin esperar los resultados de la selección en todos sus detalles, se inició la injertación de un centenar de árboles de dos años de edad establecidos en el campo para su estudio y posible uso como jardín de yemas.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Modelo sin correcciones por injertación.

Las categorías 1 y 2 obtuvieron pequeñas utilidades a partir del tercer año y la categoría 3 a partir de cuatro años, dando las sumas acumuladas al séptimo año de 8.685.68. 15.714.28 y 3469.69 respectivamente. Las categorías 4 y 5) arrojaron pérdidas acumuladas al séptimo año por 28.028.72 y 8.97.09 respectivamente, con un saldo negativo de 9.126.17 para el total de la población. (Véase Anexo Cuadro 1).

El análisis de los valores Netos Presente (VNP) de este modelo de plantación, sin corrección mediante la injertación de árboles poco productores, arrojaron saldos negativos acumuladas al séptimo año de 12.940.66, 15.482.26 y 16.435.49 para el 10, 20 y 25% respectivamente. Por hectárea estas sumas ascienden a 44.483.53, 53.220.27 y 56.497.00. (Véase Cuadro 2).



## Continuación Cuadro 1.

| Año 6                    |          |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
|--------------------------|----------|--------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| CAT./No. MAZ.            | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>p/ARB. | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | CST./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
| 1. 50-<100               | 8        | 2.50   | 667.98    | 83.50     | 3.34              | 300.59              | 2 404.74            | 58.00               | 464.00              | 1 940.74           |
| 2. 30-49                 | 34       | 10.63  | 1 698.74  | 49.96     | 2.00              | 179.87              | 6 115.48            | 58.00               | 1 972.00            | 4 143.48           |
| 3. 15-29                 | 67       | 20.94  | 1 693.98  | 25.28     | 1.01              | 91.02               | 6 098.32            | 58.00               | 3 886.00            | 2 212.32           |
| 4. 1 -14                 | 171      | 53.44  | 2 013.92  | 11.78     | 0.47              | 42.40               | 7 250.10            | 58.00               | 9 918.00            | -2 667.90          |
| 5. 0 -10                 | 40       | 12.50  | 366.34    | 9.16      | 0.37              | 32.97               | 1 318.81            | 58.00               | 2 320.00            | -1 001.19          |
| TOTAL                    | 320      | 100.00 | 6 440.96  |           | 7.19              |                     | 23 187.44           |                     | 18 560.00           | 4 627.44           |
| IND/MAZORCA              |          |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| PRECIO/kg                | 25       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| COSTO/ARBOL              | 90       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| COSTO/ARBOL              | 58       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| Año 7                    |          |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| CAT./No. MAZ.            | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>p/ARB. | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | SCT./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
| 1. 50-<100               | 8        | 2.50   | 681.34    | 85.17     | 3.41              | 306.60              | 2 452.83            | 58.00               | 464.00              | 1 988.83           |
| 2. 30-49                 | 34       | 10.63  | 1 868.62  | 54.96     | 2.20              | 197.85              | 6 727.02            | 58.00               | 1 972.00            | 4 755.02           |
| 3. 15-29                 | 67       | 20.94  | 1 897.25  | 28.32     | 1.13              | 101.94              | 6 830.12            | 58.00               | 3 886.00            | 2 944.12           |
| 4. 1 -14                 | 171      | 53.44  | 2 255.59  | 13.19     | 0.53              | 47.49               | 8 120.11            | 58.00               | 9 918.00            | -1 797.89          |
| 5. 0 -10                 | 40       | 12.50  | 388.32    | 9.71      | 0.39              | 34.95               | 1 397.94            | 58.00               | 2 320.00            | -922.06            |
| TOTAL                    | 320      | 100.00 | 7 091.12  |           | 7.65              |                     | 25 528.02           |                     | 18 560.00           | 6 968.02           |
| IND/MAZORCA              |          |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| PRECIO/kg                | 25       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| COSTO/ARBOL              | 90       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| COSTO/ARBOL              | 58       |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| Acumulado al Séptimo Año |          |        |           |           |                   |                     |                     |                     |                     |                    |
| CAT./No. MAZ.            | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>p/ARB. | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | CST./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
| 1. 50-<100               | 8        | 2.50   | 3 194.91  | 399.36    | 15.97             | 1 437.71            | 11 501.68           | 352.00              | 2 816.00            | 8 685.68           |
| 2. 30-49                 | 34       | 10.63  | 7 689.52  | 226.16    | 9.05              | 814.18              | 27 682.28           | 352.00              | 11 968.00           | 15 714.28          |
| 3. 15-29                 | 67       | 20.94  | 7 514.91  | 112.16    | 4.49              | 403.79              | 27 053.69           | 352.00              | 23 584.00           | 3 469.69           |
| 4. 1 -14                 | 171      | 53.44  | 8 934.24  | 52.25     | 2.09              | 188.09              | 32 163.28           | 352.00              | 60 192.00           | -28 028.72         |
| 5. 0 -10                 | 40       | 12.50  | 1 420.25  | 35.51     | 1.42              | 127.82              | 5 112.91            | 352.00              | 14 080.00           | -8 967.09          |
| TOTAL                    | 320      | 100.00 | 28 753.84 |           |                   |                     | 103 513.83          |                     | 112 640.00          | -9 126.17          |

**Cuadro 2. Análisis VNP del modelo de la siembra de híbridos sin correcciones por medio de la injertación.**

| <b>VNP @ 10%</b> | <b>VNP @ 20%</b> | <b>VNP @ 25%</b> |
|------------------|------------------|------------------|
| (C23 406.00)     | (C23 406.90)     | (C23 406.00)     |
| C149.86          | C1 37.33         | C131.89          |
| C2 081.11        | C1 748.53        | C1 612.48        |
| C3 475.21        | C2 679.29        | C2 369.25        |
| C4 759.16        | C3 358.59        | C2 856.89        |
| (C12 940.66)     | (C15 482.26)     | (C16 435.49)     |
| (C44 483.53)     | (C53 220.27)     | (C56 497.00)     |

### 5.1.1. Modelo con injertación de las categorías 4 y 5.

Las categorías 4 y 5 arrojan fuertes pérdidas hasta el cuarto año debido a la inversión por injertación, sin embargo, a partir del quinto año, todas las categorías empezaron a generar utilidades acumulando al séptimo año las sumas positivas de 8.685.68, 15.714.28, 3.469.69, 27.790.76 y 5.403.5 respectivamente. (Véase Cuadro 3).

El análisis de los Valores Netos Presente (VNP) de este modelo de plantación, con corrección mediante la injertación de árboles poco productores arrojaron saldos positivos acumuladas al séptimo año de 23.333.83, 15.272.05 y 8.494.439 par el 10, 20 y 25% respectivamente. Por hectárea estas sumas ascienden a 80.210.04, 52.497.66 y 29.199.60. (Véase Cuadro 4).

El Gráfico 1 demuestra las utilidades o pérdidas VNP a 10, 20 y 25% a los siete años de los dos modelos de plantación.

Cuadro 3. Análisis de una población de híbridos de cacao, polinizado a mano el tercer año. Costos, utilidades y pérdidas con un programa de injertación en los árboles de la categoría 4 y 5 con material de la categoría 1 con las expectativas de cosecha del 50% al 2do. año 75% al tercer año y el 100% al cuarto año después de la injertación.

Año 3

| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ. | MAZ./ARB. | kg SECO P/ARBOL | ING./ARB. (Col.) | ING./CAT. (Col.) | CST./ARB. (Col.) | CST./CAT. (Col.) | UTILIDAD (Col.) |
|---------------|----------|--------|----------|-----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1. 50-<100    | 8        | 2.50   | 567      | 70.88     | 2.84            | 255.15           | 2 041.20         | 120.00           | 960.00           | 1 081.20        |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 1 199    | 35.26     | 1.41            | 126.95           | 4 316.40         | 120.00           | 4 080.00         | 236.40          |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 1 096    | 16.36     | 0.65            | 58.89            | 3 945.60         | 120.00           | 8 040.00         | -4 094.40       |
| 4. 1-14       | 171      | 53.44  | 1 303    | 7.62      | 0.30            | 27.43            | 4 690.80         | 170.00           | 29 070.00        | -24 379.20      |
| 5. 0          | 40       | 12.50  | 0        | 0.00      | 0.00            | 0.00             | 0.00             | 170.00           | 6 800.00         | -6 800.00       |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 4 165    |           | 5.20            |                  | 14 994.00        |                  | 48 950.00        | -33 956.00      |

IND/MAZORCA

PRECIO/kg

COSTO/ARBOL

Año 4

| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ. | MAZ./ARB. | kg SECO P/ARBOL | ING./ARB. (Col.) | ING./CAT. (Col.) | CST./ARB. (Col.) | CST./CAT. (Col.) | UTILIDAD (Col.) |
|---------------|----------|--------|----------|-----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1. 50-<100    | 8        | 2.50   | 623.7    | 77.96     | 3.12            | 280.67           | 2 245.32         | 58.00            | 464.00           | 1 781.32        |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 1 378.85 | 40.55     | 1.62            | 146.00           | 4 963.86         | 58.00            | 1 972.00         | 2 991.86        |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 1 315.2  | 19.63     | 0.79            | 70.67            | 4 734.72         | 58.00            | 3 886.00         | 848.72          |
| 4. 1-14       | 171      | 53.44  | 0        | 0.00      | 0.00            | 0.00             | 0.00             | 83.00            | 14 193.00        | -14 193.00      |
| 5. 0          | 40       | 12.50  | 0        | 0.00      | 0.00            | 0.00             | 0.00             | 83.00            | 3 320.00         | -3 320.00       |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 3 317.75 |           | 5.53            |                  | 11 943.90        |                  | 23 835.00        | -11 891.10      |

IND/MAZORCA

PRECIO/kg

COSTO/ARBOL

Año 5

| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO P/ARBOL | ING./ARB. (Col.) | ING./CAT. (Col.) | CST./ARB. (Col.) | CST./CAT. (Col.) | UTILIDAD (Col.) |
|---------------|----------|--------|-----------|-----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1. 50-<100    | 8        | 2.50   | 654.89    | 81.86     | 3.27            | 294.70           | 2 357.59         | 58.00            | 464.00           | 1 893.59        |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 1 544.31  | 45.42     | 1.82            | 163.52           | 5 559.52         | 58.00            | 1 972.00         | 3 587.52        |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 1 512.48  | 22.57     | 0.90            | 81.27            | 5 444.93         | 58.00            | 3 886.00         | 1 558.93        |
| 4. x 35.44    | 171      | 53.44  | 6 059.81  | 35.44     | 1.42            | 127.58           | 21 815.33        | 70.00            | 11 970.00        | 9 845.33        |
| 5. x 35.44    | 40       | 12.50  | 1 417.50  | 35.44     | 1.42            | 127.58           | 5 103.00         | 70.00            | 2 800.00         | 2 303.00        |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 11 188.99 |           | 8.83            |                  | 40 280.36        |                  | 21 092.00        | 19 188.36       |

IND/MAZORCA

PRECIO/kg

COSTO/ARBOL

COSTO/ARBOL

COSTO/ARBOL

COSTO/ARBOL

COSTO/ARBOL

COSTO/ARBOL

Por mayor cuidado de los árboles injertados

## Continuación Cuadro 3.

## Año 6

| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>P/ARBOL | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | CST./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
|---------------|----------|--------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1. 50-<100    | 8        | 2.50   | 667.98    | 83.50     | 3.34               | 300.59              | 2 404.74            | 58.00               | 464.00              | 1 940.74           |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 1 698.74  | 49.96     | 2.00               | 179.87              | 6 115.48            | 58.00               | 1 972.00            | 4 143.48           |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 1 693.98  | 25.28     | 1.01               | 91.02               | 6 098.32            | 58.00               | 3 886.00            | 2 212.32           |
| 4. x 53.16    | 171      | 53.44  | 9 089.72  | 53.16     | 2.13               | 191.36              | 32 722.99           | 58.00               | 9 918.00            | 22 804.99          |
| 5. x 53.16    | 40       | 12.50  | 2 126.25  | 53.16     | 2.13               | 191.36              | 7 654.50            | 58.00               | 2 320.00            | 5 334.50           |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 15 276.67 |           | 10.60              |                     | 54 996.02           |                     | 18 560.00           | 36 436.02          |

IND/MAZORCA  
PRECIO/kg  
COSTO/ARBOL

## Año 7

| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>P/ARBOL | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | CST./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
|---------------|----------|--------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1. 50-H<100   | 8        | 2.50   | 681.34    | 85.17     | 3.41               | 306.60              | 2 452.83            | 58.00               | 464.00              | 1 988.83           |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 1 868.62  | 54.96     | 2.20               | 197.85              | 6 727.02            | 58.00               | 1 972.00            | 4 755.02           |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 1 897.25  | 28.32     | 1.13               | 101.94              | 6 830.12            | 58.00               | 3 886.00            | 2 944.12           |
| 4. x 70.88    | 171      | 53.44  | 12 119.63 | 70.88     | 2.84               | 255.15              | 43 630.65           | 58.00               | 9 918.00            | 33 712.65          |
| 5. x 70.88    | 40       | 12.50  | 2 835.00  | 70.88     | 2.84               | 255.15              | 10 206.00           | 58.00               | 2 320.00            | 7 886.00           |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 19 401.84 |           | 12.41              |                     | 69 846.62           |                     | 18 560.00           | 51 286.62          |

IND/MAZORCA  
PRECIO/kg  
COSTO/ARBOL

## ACUMULADO AL SETIMO AÑO

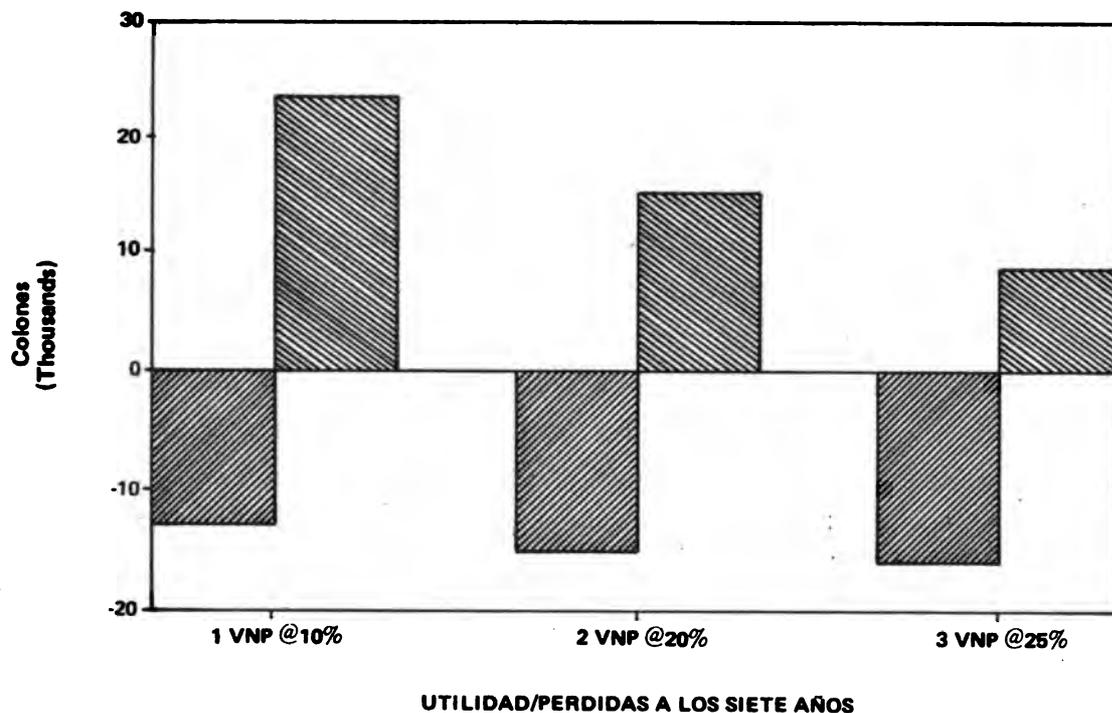
| CAT./No. MAZ. | No. ARB. | % POB. | No. MAZ.  | MAZ./ARB. | kg SECO<br>P/ARBOL | ING./ARB.<br>(Col.) | ING./CAT.<br>(Col.) | CST./ARB.<br>(Col.) | CST./CAT.<br>(Col.) | UTILIDAD<br>(Col.) |
|---------------|----------|--------|-----------|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1. 50-<100    | 8        | 2.50   | 3 194.91  | 399.36    | 15.97              | 1 437.71            | 11 501.68           | 352.00              | 2 816.00            | 8 685.68           |
| 2. 30-49      | 34       | 10.63  | 7 689.52  | 226.16    | 9.05               | 814.18              | 27 682.28           | 352.00              | 11 968.00           | 15 714.28          |
| 3. 15-29      | 67       | 20.94  | 7 514.91  | 112.16    | 4.49               | 403.79              | 27 053.69           | 352.00              | 23 584.00           | 3 469.69           |
| 4. reinjert   | 171      | 53.44  | 28 572.16 | 167.09    | 6.68               | 601.52              | 102 859.76          | 439.00              | 75 069.00           | 27 790.76          |
| 5. reinjert   | 40       | 12.50  | 6 378.75  | 159.47    | 6.38               | 574.09              | 22 963.50           | 439.00              | 17 560.00           | 5 403.50           |
| TOTAL         | 320      | 100.00 | 53 350.25 |           |                    |                     | 192 060.91          |                     | 130 997.00          | 61 063.91          |

IND/MAZORCA  
PRECIO/kg  
COSTO/ARBOL

**Cuadro 4. Análisis VNP del modelo de la siembra de híbridos sin correcciones por medio de la injertación.**

| <b>VNP @ 10%</b> | <b>VNP @ 20%</b> | <b>VNP @ 25%</b> |
|------------------|------------------|------------------|
| (C33 956.00)     | (C33 956.00)     | (C33 956.00)     |
| (C10 809.01)     | (C9 905.29)      | (C9 512.88)      |
| C15 849.59       | C13 316.72       | C12 280.55       |
| C27 363.45       | C21 096.46       | C18 655.24       |
| C24 885.80       | C24 720.15       | C21 027.52       |
| C23 333.83       | C15 272.05       | C8 494.43        |
| C80 210.04       | C52 497.66       | C29 199.60       |

**Gráfico 1**  
**Dos modelos de plantación de cacao**



■ SIN INJ. ■ INJ. DE CAT. 4 y 5

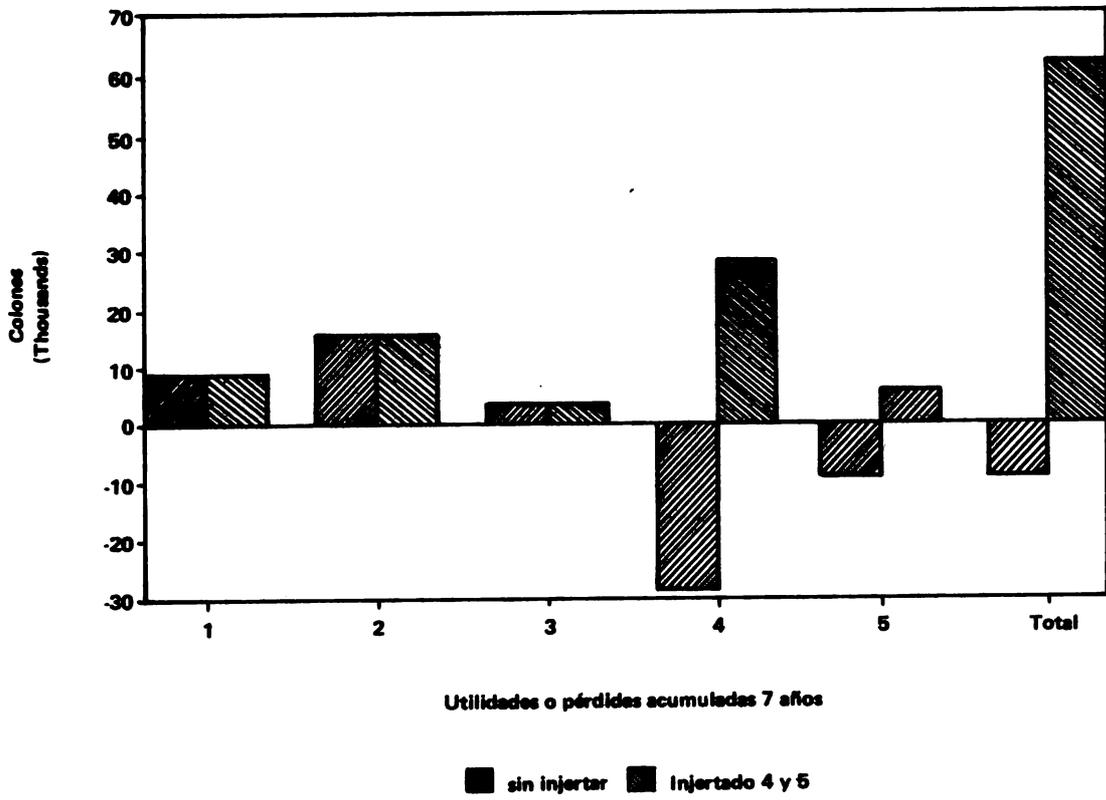
En el gráfico 2 se aprecian las utilidades o pérdidas por categorías acumuladas en 7 años.

## 2.2. Selección de élites.

Las primeras 30 selecciones mostraron un buen potencial de productividad. Sin embargo, la variabilidad en el peso de almendra (entre 0.85 y 1.70 Gr), y en el índice de mazorcas (entre 14 y 35 por Kg de cacao seco), era, muy elevada. A los pocos meses de iniciado los trabajos de selección se eliminaron 12 de las élites originales a causa del alto índice de mazorcas y del tamaño reducido de sus semillas. Estas fueron reemplazadas inmediatamente por otras candidatas, y actualmente hay unas veinte bajo estudio, de las cuales se resúmen los primeros resultados en el Cuadro 5. Por ahora los datos se limitan a los de la productividad, índice de mazorcas y peso de semilla seca. Para los demás factores se adjudicaron a todas las élites por igual 55 para el contenido de grasa, 8 para el fenotipo y 5 para cada una de las enfermedades.

En la clasificación general hay hasta ahora una variabilidad entre 41 y 81. Ya se destacan 5 élites con un potencial de más de 4.000 Kg seco/Ha/año, con índices de mazorca entre 15 y 20 y peso seco de almendras entre 1.14 y 1.65. En este grupo los rendimientos mencionadas han sido cosechadas en un lapso de entre 7 y 12 meses.

**Gráfico 2**  
**Utilidades por Cat. accum. al año 7**





Dos de las élites tienen un potencial de más de 3.500 Kg seco/Ha/año, aunque en una de ellas esto se obtiene con un índice de 23 a causa del reducido número de semillas por mazorca. El peso de la semilla seca es de 1.5 y 1.72 Gr. Les sigue un grupo de élites con un potencial de más de 3.000 Kg/Ha con índices entre 15 y 28 pesos de semilla seca entre 1.22 y 1.67 Gr.

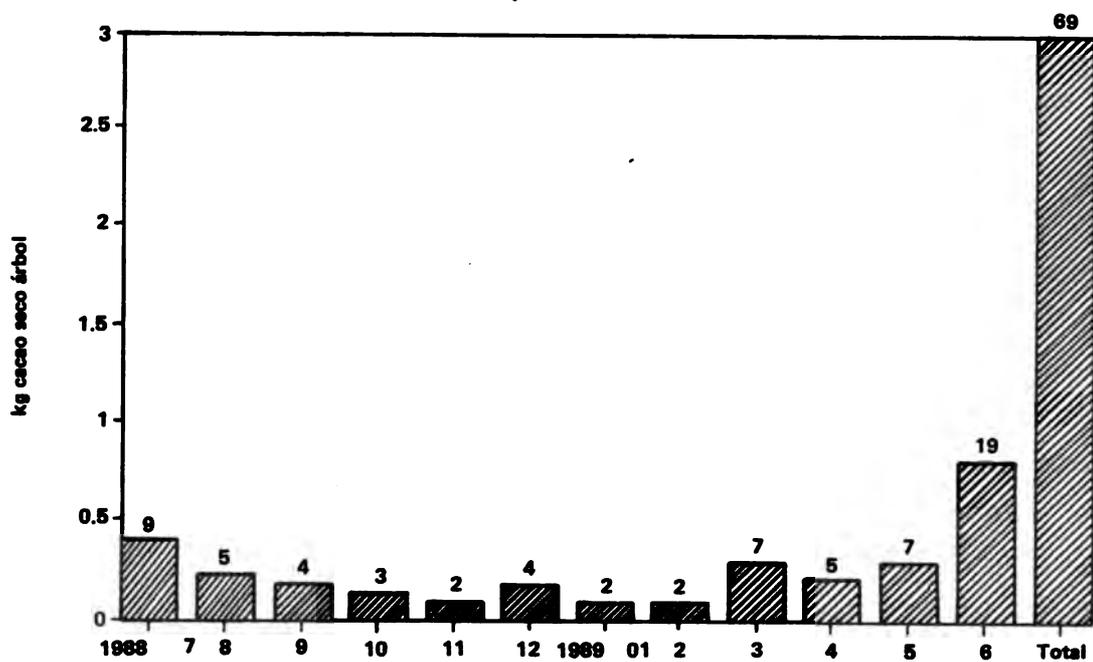
Entre las élites hay casos típicos de producciones continuas durante todos los meses del año, o en dos épocas bien definidas, como se ilustra en los gráficos 3 y 4.

### 5.3. Resultados obtenidos con las injertaciones.

La decisión de la injertación anticipada se ha demostrado como una aportación valiosa. Algunas líneas de 100 árboles no servirán para la producción de yemas y se dejarán para la producción. Para los casos prometedores, se ha ganado un año, y la hora de la toma de decisión se dispondrá de suficiente material para rehabilitar las 120 Ha de la plantación.

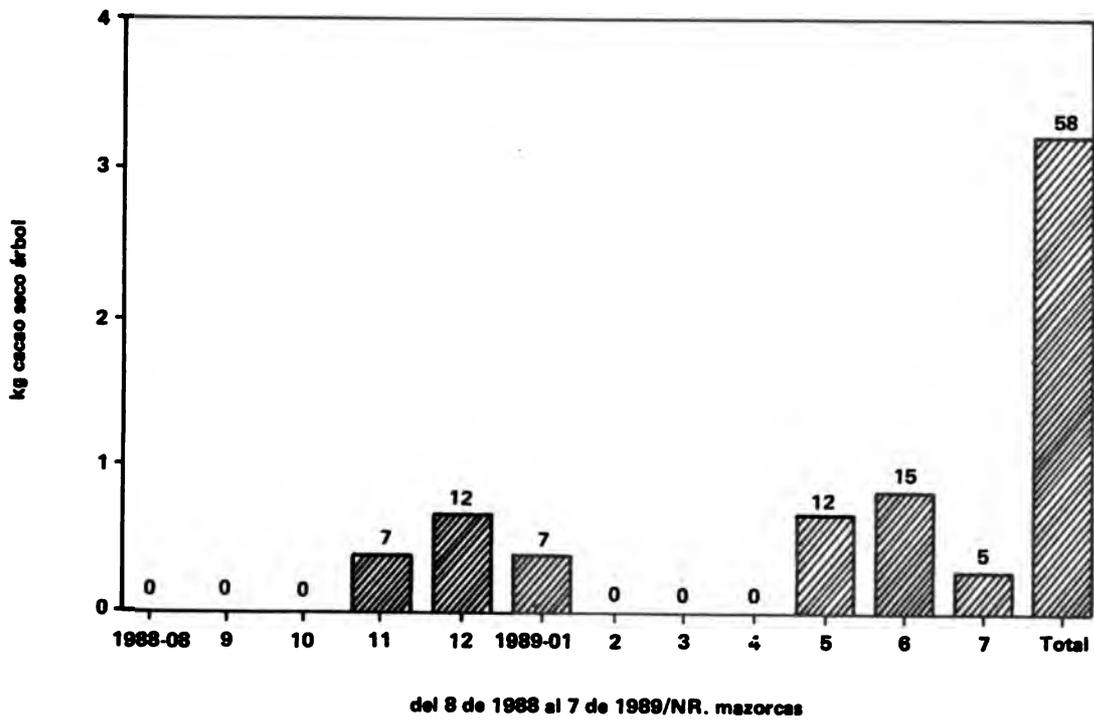
Los árboles injertados con yemas de las diferentes plantas élites son muy similares a ellas en su expresión fenotípica, floración y producción de mazorcas. A pesar de la gran heterogeneidad, de los patrones, en los cuales se efectuaron las injertaciones, las plantas injertadas en la misma fecha son sorprendentemente uniformes en todos los

**Gráfico 3**  
**Arbol produciendo todo el año**



del 7 de 1988 al 6 de 1989/NR. mazocas

**Gráfico 4**  
**Arbol produciendo durante 2 picos**



aspectos. Por lo general se inicia la floración a partir de los 8 a 10 meses posteriores a la injertación, y se observan frutas susceptibles a desarrollarse plenamente a los 14 meses. (Fotografías 1, 2 y 3).



Fotografía 1  
Injerto con aproximadamente  
1 Kg de cacao seco a los 14  
meses de la injertación



**Fotografía 2**  
**Injerto con aproximadamente**  
**1/2 Kg. de cacao seco 14 meses**  
**despues de injertados**

Con algunos élitos se han obtenido en 30 árboles injertados en la misma fecha producciones que se estiman promedios superiores a de 500 Gr de cacao seco antes del año y medio después de la injertación. Por lo general éstas presentan mejores características de semilla que las madres.

En la precocidad, en el inicio de floración y fructificación se ha notado una diferencia entre las plantas élitos.

La técnica de injertación, no presenta mayores problemas y al igual que en Filipinas se puede lograr que un buen trabajador haga injertos de parche en 300 árboles a nivel de campo en 8 horas de trabajo con un éxito del 95%. (Fotografía 4).



Fotografía 3  
Injerto con aproximadamente  
3/4 Kg de cacao seco 14 meses  
después de injertado



FOTOGRAFIA 4

Injerto de parche en la Zona Huetar  
Atlántico, Costa Rica

Al igual que en Malasia y Filipinas se han observado crecimientos ortotrópicos a partir de yemas plagiotrópicas. A diferencia de estos otros países, aquí en Costa Rica se ha observado un porcentaje elevado de este fenómeno, de manera que bien valdría la pena investigar el asunto a fondo. (Fotografías 5 y 6)



Fotografía 5  
Injerto de parche crecimiento  
plagiotrópico normal



Fotografía 6  
Injerto de parche de yema  
plagiotrópica cambiando a  
ortotrópico

Para la obtención de yemas para rehabilitar toda la plantación se dejan los árboles a libre crecimiento y para los de producción se adoptarán las últimas técnicas observadas en Filipinas (Fotografías 7 y 8).



Fotografía 7  
Método de manejo antiguo, al año soporte  
sigue, necesario tronco, débil a un año



Fotografía 8  
Doble injerto de un año con  
ramas bajas sin tutor

## 6. DISCUSION

Con los cálculos de los costos, utilidades y pérdidas, así como los Valores Neto Presente (VNP) por categoría de árboles en base a su productividad dentro de una población de cruces interclonales se demostró que al no intervenir en algunas plantaciones de baja productividad resultará deficiente una recuperación de la inversión en un plazo razonable. En todas estas plantaciones se desconoce el potencial genético sembrado. Será además difícil vencer el obstáculo de la falta de uniformidad en el tamaño y la calidad de las almendras para poder hacer las correcciones del caso y producir un cacao de una calidad uniforme. En consecuencia los intentos con simples ajustes de manejo tendrán resultados dudosos.

Se verificó que la variabilidad en estas poblaciones en todas sus características estudiadas es elevada. Pero también se ha confirmado el alto potencial de algunas plantas élite y de utilizarlas como fuente de yemas para injertar todos aquellos árboles de la plantación poco productoras o indeseables por otras razones, para convertirlos en unidades eficientes y generadores de utilidades. Sólo entonces se podrá hablar de una explotación agrícola racional y lucrativa por la alta productividad y la calidad de su producto final.

La tecnología de injertación en sí no representa un obstáculo para un programa aquí esbozado, ni el costo de hacerla incide negativamente en el costo global de la producción. Sin embargo, se están haciendo investigaciones con diversos métodos. Interesante ha sido la observación de que en alguna ocasión se ha obtenido hasta más del 20% de

vale la pena hacer un inventario de la productividad de las plantaciones por categorías de árboles que resisten un análisis económico riguroso con la finalidad de efectuar rehabilitaciones parciales mediante la injertación por medio del método de Mature Budding, para así convertir cada árbol de la plantación en una unidad que genera utilidades en el plazo corto, o de la rehabilitación total conocido como el método de Turrialba con la siembra nueva de material injertado, sea en el invernadero o en el campo.

Para lograr un saneamiento y una recuperación de la producción de cacao en el país es necesario unir esfuerzos entre el sector privado y las instituciones encargadas de la investigación básica. No es función de éstas de convertirse en comerciantes de material de producción, sino de resolver problemas de índole básico como lo son la identificación o creación de material genético superior, de desarrollar técnicas de reproducción in vitro para la multiplicación a gran escala una vez encontrado los primeros. Lograr programas de fertilización basado en los análisis de suelo y foliares, con el fin de mantener o re-establecer el equilibrio nutricional del suelo, para reponer únicamente los elementos extraídos por la cosecha y que sean más acorde con la conservación del ambiente. En este sentido algunas de las plantaciones en Filipinas desmenuzan mecánicamente las cáscaras del cacao e inmediatamente después de quebrarlas para extraer las semillas, para convertirlas en compost. Así se elimina un factor de contaminación ambiental y un posible foco de infección de enfermedades que podrían causar daños en la misma plantación. También se deben desarrollar métodos de control de plagas y enfermedades integrales.

La determinación de requerimiento de fermentación para cada tipo de cacao es fundamental. Aunque es relativamente

fácil hacer clasificaciones internacionales, pero, al mismo tiempo que ésto se logre, se puede perder el aroma potencial del cacao. Con esto queda descartada la posibilidad de captar una creciente demanda en un mercado específico para los cacaos finos.

Al mismo tiempo es imprescindible mantener al tanto del desarrollo del proceso y progreso en los llamados bio-reactores que podrían influenciar el enfoque que se le dé a la búsqueda de material genético de calidad superior por los métodos tradicionales.

Es difícil de predecir el impacto que va a tener el programa de injertación masiva en países como Malasia en los que las rehabilitaciones de las plantaciones híbridas se hacen tanto en plantaciones de miles de hectáreas como en las parcelas de los pequeños agricultores sobre el futuro de la industria del cacao en general. Sin embargo, si hace dos años podíamos hablar de rendimiento de 2.000 Kg/Ha, se debe pensar en 3.000 Kg/Ha en la actualidad, debido al colapso del precio en el mercado mundial. Es más económico producir 3.000 Kg en una hectárea que en tres, lo cual nos libera 2/3 del área para cultivos alternos. Es por esto que cualquier programa de cacao debe incluir desde ya proyectos de diversificación.

Es impresionante el avance en la tecnología agrícola en los países del sur-este asiático que induce a la reflexión, y es imprescindible un cambio de actitud aquí, para no quedar rezagados en materia de producción agropecuaria

## 8. CITAS BIBLIOGRAFICAS

- ( 1) DE VERTEUIL, J. 1917. Cacao Estate Experiments, Bull. Dept. Agriculture, Trinidad & Tobago. pp 176-98.
- ( 2) FREEMAN, W.G. 1929 Results of Cacao Research at River Estate, Tropical Agriculture Vol. VI, Nr. 5. pp 127-133.
- ( 3) C.Y., SHEPHARD, 1937-1938. The Cocoa Industry of Trinidad, Some Economic Aspects, Tropical Agriculture.
- ( 4) Agro-Asesores San Roque S.A. Informe de la Primera Etapa sobre un Análisis de la Producción de Cacao en Costa Rica y las Limitaciones para su Expansión. Elaborado para el Consejo Agropecuario Agronidustrial Privado, (CAAP). Octubre, 1986.
- ( 5) Agro-Asesores San Roque S.A. Informe Final de la Segunda Etapa sobre el Estudio y Adaptación de Tecnología para Desarrollar el Cultivo de Cacao en Costa Rica. Enero, 1987. CAAP.
- ( 6) SAID, M.D.; MUSA, M.J.; & BIEHL, B. An Intergrated Approach towards Quality improvement of Malaysian Cocoa Beans.
- ( 7) Agro-Asesores San Roque S.A. Informe sobre las Tecnologías de Cacao empleadas en Filipinas y Malasia. Marzo, 1988.
- ( 8) Harrison Malaysian Plantations Berhad, Planting Materials. 1988.
- ( 9) DR. TAN YAP PAU. Research Controller. United Plantations Berhad. Comunicación personal. Mayo, 1988
- (10) K., RAMADASAN, MOHD YUNUS, AHMAD & MOHD SHARIF, AHMAD. Shaping of clonal Cocoa Plants derived from Fan Shoots. Proceedings International Conference on Cocoa & Coconuts. Kuala Lumpur. Malasia, 1978.
- (11) MOHD, JALANI BAHAUDIN; A. RAUB MAULUD & ALEHAM HAMBALI. Evaluation of serveral mature budding techniques of cocoa, Cocoa & Coconuts: Progress and Outlook, Proceedings of the International Conference on Cocoa & Coconuts Cocoa & Coconuts. Kuala Lumpur. Malaysia, October, 1984.

- (12) K., RAMADASAN & MOHD YNUS, AHMAD. Recent advances in vegetative propagation techniques for Theobroma cacao L. Under Malaysian conditions. Int. Conf. on Cocoa & Coconuts, K.L. Malaysia, Oct. 1984.
- (13) BELVYZ, S. Manager Cocoa Plantations, Davao Fruits Corporation. Davao, Phillipines. Agosto, 1989. Comunidación personal.
- (14) HELFEMBERGER, A. 1962. La fermentación de pequeñas muestras en investigaciones sobre el proceso del cacao. Tu-rrialba: Vol 12, Nr.1 Trimestre Enero-Marzo. 42-44.
- (15) SVARSTAD, H. 1987. Biotechnology: consequences for West African countries of cocoa smallholders. Journal of the Society for Intenational Development, Seeds of Chance: 4, pp 28-32.
- (16) PURR, A; HELFEMBERGER, A. & NADAI, J. 1962. Verwendung der Valkuuminfiltration bei der Fermentierung der Kakaobohnen unter Beruechsichtigung enzymatischer Vorgaenge im Hinblick auf die Bildung von 'aromen und Aromenvorstufen, Internationale Fachschrift fuer die Schokoladen-Industrie. Vol/Jahrgang XVII, Nr. 8.
- (17) Rural Advancement Fund International, Journal of the Society for International Development, Seed of Change, 1987: 4 pp 35/36.



**Seminario sobre "Manejo de Germoplasma de Cacao"**  
Grupos de Trabajo

1. Intercambio de germoplasma  
 Integrantes: Jesús Sánchez, Eddie Salas, Fernando Alvarez, Julio Nuñez y Salvador Quirós
2. Bancos de Germoplasma  
 Integrantes: James Corven, Wilberth Phillips, José Angel Castellanos, Alfredo Paredes
3. Utilización del germoplasma  
 Integrantes: Vicente Chen, Augusto Cárcamo y Wilfredo Rosa
4. Bases de datos  
 Integrantes: Susanne Thienhaus, Victor Porras, E. Moreno
5. Utilidad de la Biotecnología  
 Integrantes: Basil G. D. Bartley, Massias Pereira, Tito Jiménez y André Helfenberger

Recomendaciones y conclusiones de los diferentes  
Grupos de trabajo

**Grupo 1 Intercambio de Germoplasma**

La limitante es que no hay mecanismos todavía bien establecidos para el movimiento de germoplasma de cacao. De hecho, debe considerarse la Cuarentena Vegetal para seguridad del país que realiza la introducción.

Para colecta, conservación e intercambio de germoplasma, la limitante es económica.

Es imprescindible la identificación del germoplasma con información básica, procedencia, caracteres deseables, fecha de envío, etc. en colillas o tarjetas adecuadas.

Cada país en la institución receptora del Germoplasma debe disponer de "Libros de Acceso" para registrar con toda claridad la procedencia de los materiales y su identificación correcta.

Por otra parte, debería haber concenso en cuanto al germoplasma que interesaría a cada país, sobre todo, si enfrentan problemas de enfermedades. Por ejemplo, si en Honduras, la enfermedad preocupante es Phytophthora, entonces el germoplasma de introducción debe ser aquel

registrado como resistente a esa enfermedad; por supuesto, que también será el material que además de resistencia a esa enfermedad, tenga altos rendimientos y otras cualidades agronómicas relevantes.

## Grupo 2 Bancos de Germoplasma

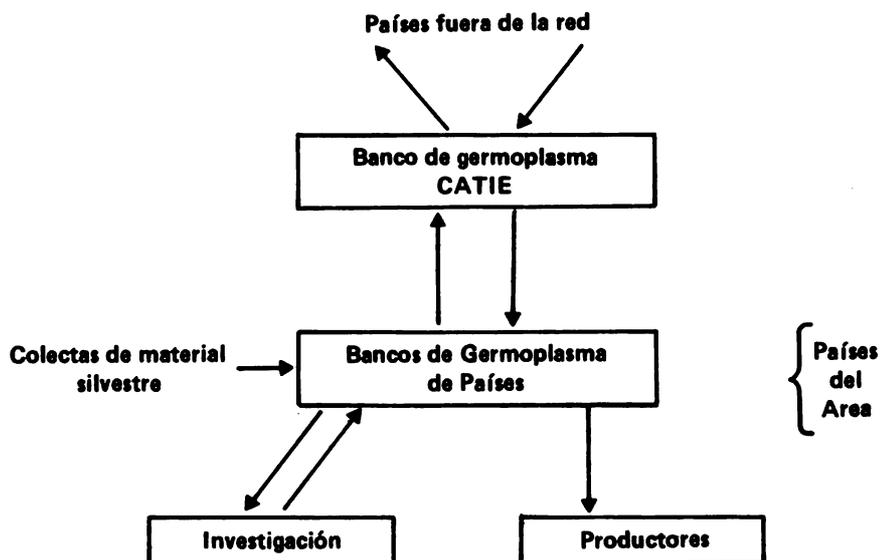
A pesar de que el Area de Mesoamérica es rica en materiales silvestres y -que falta mucho trabajo de colección y conservación- considerando a cada uno de los países, hay poca disponibilidad de materiales para intercambio; la base genética es estrecha.

No se cuenta tampoco con personal capacitado y estable; ni con infraestructura adecuada para conservar estos materiales, en colecciones vivas, es decir en Bancos de Germoplasma. El factor económico es una limitante.

Solución: Se deben establecer programas de recolección e intercambio de materiales que fortalezcan los bancos de germoplasma en los países. Sin embargo este grupo, apoya la idea de que CATIE sea el Banco de Germoplasma Central o Principal, y que los países del área realicen colectas del material autóctono o silvestre y CATIE sea el primer depositario y luego CATIE sea el encargado de distribuir ese material a los países interesados tanto dentro, como fuera del área. Los países ya en posesión de germoplasma pueden usarlo en dos vías: para fines de investigación y para cultivo de los productores (agricultores de avanzada).

Figura 1

Esquema que muestra el flujo de germoplasma entre los diferentes países e instituciones



### **Grupo 3 Material experimental para validación**

Las necesidades de cada país deben ser definidas en cada país para que los nuevos materiales puedan ser validados apropiadamente y conforme a las expectativas de los productores y los industriales que se dedican a confeccionar productos de chocolate y derivados.

### **Grupo 4 Bases de datos**

No se cuenta en los países del área con Base de Datos suficientes que suministren información sobre experimentos o materiales cultivados

Con PROCACAO se inició el establecimiento de la Base de Datos centralizada en CATIE y disponible para todos los países de la región.

### **Grupo 5 Utilidad de la Biotecnología para el Germoplasma de Cacao**

En la actualidad (1990) solamente CATIE tiene instalaciones apropiadas y personal capacitado que esta trabajando en la multiplicación de cultivo de tejidos y en la crioconservación.

Este grupo recomienda promover el desarrollo apropiado de tecnología in vitro para facilitar la multiplicación masiva de los genotipos superiores de cacao y preservar germoplasma por períodos largos en condiciones ideales con el objeto de intercambiar y/o distribuir germoplasma libre de patógenos y virus a los países de la región.

Los laboratorios de multiplicación de tejidos en breve, podrán obtener cantidades de embriones somáticos para practicar la micropropagación de los materiales élites.

El uso de técnicas in vitro pueden proveer grandes oportunidades a corto, mediano y largo plazo tanto en la propagación vegetativa, en la eliminación de enfermedades, en el intercambio de germoplasma o almacenaje, en la variación somaclonal, en la variación gametoclinal, en la liberación de embriones para la distribución a los países que reúnan la capacidad de manejo.



## ANEXO 1

**RED REGIONAL DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGIA EN CACAO "PROCACAO"**

**CATIE, TURRIALBA – 19 Y 20 DE OCTUBRE 1989  
SEMINARIO REGIONAL SOBRE "MANEJO DE GERMOPLASMA EN CACAO"**

**P R O G R A M A**

**18 de octubre**

Todo el día: Llegadas internacionales y registros en el Hotel Balmoral

**19 de octubre**

- 6:00 a.m. Salida del bus del Hotel Balmoral hacia Turrialba
- 7:30 a.m. Llegada y registros en el CATIE u Hotel Wagelia
- 8:00 a.m. Inscripción de los participantes en el Edificio C.E.E. CATIE

**Sesión inaugural**

- 9:00 a.m. Bienvenida, Ing. Guillermo E. Villanueva, Coordinador de PROCACAO  
Bienvenida al CATIE, Dr. José J. Galindo, PMCT  
Apertura oficial, Dr. Víctor Villalobos, Director del Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales  
Introducción y orientación, Dr. Jorge Morera
- 9:30 a.m. Temas principales: "La calidad en el mejoramiento genético del cacao"  
B. Bartley
- 10:00 a.m. "Consideraciones sobre el mejoramiento genético de cacao en CEPLAC",  
G.A. Carletto/M. Pereira
- 10:30 a.m. Refrigerio

**Sesión 1** Informes Nacionales – Situación actual, problemática, recursos y necesidades de los países.

Moderador: James M. Corven, PROCACAO

- |            |   |   |
|------------|---|---|
| 11:00 a.m. | Guatemala   | E. Salas                                  |
| 11:20 a.m. | Belize  | V. Chen                                   |
| 11:40 a.m. | Honduras  | J. A. Castellanos                         |
| 12:00 m.d. | Almuerzo  |   |
| 1:30 p.m.  | Costa Rica  | E. Vargas                                 |
| 2:00 p.m.  | Discusión, sesión de la mañana  |   |
| 2:30 p.m.  | Refrigerio  |   |
| 2:45 p.m.  | Visita al Banco de Germoplasma del CATIE, y al Laboratorio de Tejidos | J. Morera<br>J. J. Galindo<br>J. Sandoval |

**20 de octubre**

**Sesión 2** Informes técnicos de los Bancos de Germoplasma  
(Exploración/colección: conservación/documentación; evaluación/utilización;  
cooperación/problemas políticos)

Moderador: Dr. José J. Galindo, CATIE

|            |   |                      |
|------------|---|----------------------|
| 8:00 a.m.  | FHIA  | J. Sánchez           |
| 8:30 a.m.  | Agrícola Santa Cruz   | D. Puerto/T. Jiménez |
| 9:00 a.m.  | APROCACAHO  | F. Alvarez           |
| 9:30 a.m.  | Cocoa S. A./CAAP  | J.M. Ramírez         |
| 10:00 a.m. | Refrigerio  |                      |
| 10:30 a.m. | Costa Rica, CATIE, MAG  | J. Morera/J. Galindo |
|            | “Sugerencias para Aprovechar Mejor el<br>Germoplasma de Cacao en Siembras<br>Comerciales en Costa Rica” | A. Helfenberger      |
| 11:30 a.m. | Discusión sesión de la mañana   |                      |
| 12:00 m.d. | Almuerzo  |                      |

**Sesión 3** Mesa redonda

Recomendaciones para mejorar el uso e intercambio de germoplasma e información en la región.

Moderador

1:30 p.m. Conformación e iniciación de los Grupos de Trabajo

- Cooperación y problemas políticos
- Aspectos Institucionales para el intercambio y utilización del germoplasma en la región
- Establecimiento de base de datos para el intercambio de información sobre germoplasma de cacao
- La Biotecnología al servicio de los Bancos de Germoplasma cacao del futuro

2:30 p.m. Presentación de propuestas y recomendaciones de los grupos de trabajo

3:00 p.m. Refrigerio

3:30 p.m. Conclusiones y recomendaciones finales

4:00 p.m. Clausura (CATIE-PROCACAO)

4:30 p.m. Bus CATIE – C.E.E. – Wagelia – San José

6:00 p.m. Hotel Balmoral, San José

## ANEXO 2

## LISTA DE PARTICIPANTES

## Expositores

**Basil G.D. Bartley**  
 CEPLAC-CORAM  
 Rodovia Augusto Montenegro Km 7  
 66.600 Belém, PA, Brasil  
 Tel.: (091) 235-1800

**Messias G. Pereira**  
 CEPLAC-CEPEC  
 45600 Itabuna  
 Bahia, Brasil  
 Telex: 73-2157  
 Fax: (061) 248-5807

**Tito Jiménez**  
 APROCACHO  
 Apto. Postal 1235  
 San Pedro Sula, Honduras  
 Tel.: (504) 57-0667  
 Telex: 5768 HO

**Fernando Alvarez**  
 Ministerio de Recursos Naturales  
 San Pedro Sula  
 Honduras

**José A. Castellanos**  
 Región Litoral Atlántico  
 Ministerio de Recursos Naturales  
 La Ceiba, Honduras  
 Tel.: (504) 42-0018/2921

**Jesús Sánchez**  
 FHIA, Programa de Cacao  
 Apto. Postal 2067  
 San Pedro Sula  
 Tel.: (504) 56-2078  
 Fax: (504) 56-2313

**Jorge Morera**  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440/6431  
 Fax: (506) 56-1533

**Eddy B. Salas**  
 Estación de Fomento "Los Brillantes"  
 Santa Cruz, Mulúa, Retalhuleu  
 Retalhuleu, Guatemala  
 Tel.: (502) 75-1606

**André Helfenberger**  
 Apto. Postal 5202  
 San José, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-0087

## Observadores

**Julio C. Núñez**  
 APROCACHO  
 Apto. Postal 1235  
 San Pedro Sula, Honduras  
 Tel.: (504) 57-0667  
 Fax: (504) 52-7852

**August R. Cárcamo**  
 Instituto Nacional Agrario  
 La Ceiba, Atlántida  
 Honduras  
 Tel.: (504) 42-0519

**Víctor H. Porras**  
 FHIA, Programa de Cacao  
 Apto. Postal 2067  
 San Pedro Sula, Honduras  
 Tel.: (504) 56-2078

**Susanne Thienhaus**  
 Centro Experimental "El Recreo"  
 Apto. Postal 5735  
 Managua, Nicaragua  
 Tel.: (505) 3-1189

**Antonio Mora**  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440  
 Fax: (506) 56-1533

**Wilberth Phillips**  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440  
 Fax: (506) 56-1533

**Vicente Chen**  
 IFAD-GOB  
 P.O. Box 29  
 Blue Creek, Toledo District  
 Belize  
 Tel.: (501) 7-2041

**Jorge M. Ramírez**  
 Costa Rican Cocoa Products S.A.  
 Apto. Postal 1724-1000  
 San José, Costa Rica  
 Tel.: (506) 26-2611

**Carlos Astorga**  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440  
 Fax: (506) 56-1533

**José J. Galindo**  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440/6431  
 Fax: (506) 56-1533

**Francisco Cruz Ruiz**  
 COOPESANCARLOS  
 Apto. Postal 15  
 Ciudad Quesada, San Carlos  
 Costa Rica  
 Tel.: (506) 46-1088

**Alexis Miranda Arauz**  
 Depto. Café y Cacao  
 Ministerio de Desarrollo Agropecuario  
 Santiago, Veraguas, Panamá  
 Tel.: (507) 98-4638

#### **Funcionarios de Seminario**

Jorge Morera, CATIE ..... Coordinador del Seminario

Alfredo Paredes, CATIE ..... Aspectos Logísticos

Ana Ligia Rojas, CATIE ..... Secretaria

James M. Corven, IICA-PROCACAO. .... Desarrollo Institucional

**Víctor Villalobos, Director**  
 Prog. Mejoramiento Cultivos Tropicales  
 CATIE  
 Apto. Postal 25  
 Turrialba, Costa Rica  
 Tel.: (506) 56-6440

**Guillermo Villanueva, Coordinador**  
 IICA-PROCACAO  
 Apto. 55-2200  
 Coronado, Costa Rica  
 Tel.: (506) 29-0222  
 Fax: (506) 29-4741







