

PROMECAFE

Diez años de labores
1978-1988



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA LA PROTECCION Y MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA



11

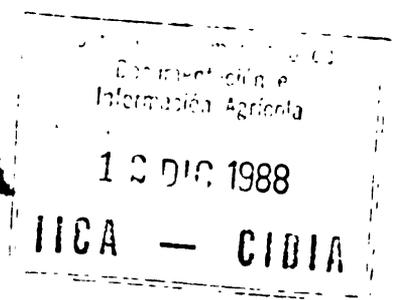


HOUSTON,

HCA-319



IICA-CIDIA



PROMECAFE

*Diez años de labores
1978-1988*

BV-00006631

IICA

F01

I59 P

*La presente publicación estuvo a cargo de
Callaci Hnos S.A.*

Edición

Danièle Trottier y Brigitte Robert

Fotografías y diseño

Miguel Callaci

*Los dibujos a plumilla sobre el tema del café que
aparecen en esta edición son del artista Carlos
Castaneda, San José, Costa Rica.*

*Portada: Pasar del laboratorio al campo ya es una realidad.
Plantas excepcionales de café pueden ahora reproducirse
masivamente por multiplicación asexual in vitro*

IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
F01 Programa Cooperativo Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

PROMECAFE : diez años de labores 1978-1988 / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa Cooperativo Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica, Panamá y República Dominicana. -- San José, C.R. : IICA, 1988.
176 p.

ISBN 92-9039-143-X

1. Café - América Central. 2. Café - México. 3. Café - Panamá. 4. Café - República Dominicana. 5. Asistencia técnica. 6. IICA-PROMECAFE. I. Título.

AGRIS
F01

DEWEY
633.7309728

Indice

<i>Presentación</i>		5
Capítulo 1	<i>Diez años de labores</i>	7
Capítulo 2	<i>Biología, epidemiología y combate de la roya del cafeto</i>	21
Capítulo 3	<i>Control de la broca del fruto del cafeto</i>	
	<i>Hypothenemus hampei</i>	51
Capítulo 4	<i>Control de residuos de plaguicidas usados en café</i>	73
Capítulo 5	<i>Desarrollo y reproducción de variedades con resistencia a la roya del cafeto</i>	83
Capítulo 6	<i>Red de información y desarrollo del banco de datos</i>	115
Capítulo 7	<i>Cultivo in vitro de Coffea arabica</i>	121
Capítulo 8	<i>Generación, adaptación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos productores</i>	135
Capítulo 9	<i>La capacitación como elemento fundamental del mejoramiento de la caficultura en los países de PROMECAFE</i>	145
Capítulo 10	<i>Visión hacia el futuro</i>	159
Anexo 1	<i>Personal del IICA-PROMECAFE</i>	165
Anexo 2	<i>Lista de publicaciones generadas por el proyecto</i>	167



Presentación

No se presenta ninguna duda al afirmar que la investigación en la especie *Coffea arabica* llevada a cabo por los países de la región en la década del 80 es cualitativa y cuantitativamente de alto contenido. Lo anterior no hubiese sido posible sin el valioso esfuerzo realizado por IICA-PROMECAFE. Primero, en el ámbito de la integración de los países del área en torno a la búsqueda de soluciones a problemas específicos y comunes de la caficultura regional; en segundo término, la creación de un Programa concreto de investigación, capacitación e infraestructura que respondiera a las necesidades de una realidad dinámica y retardora de la ciencia.

Los resultados de este Programa que ustedes encontrarán en esta obra se reflejan en una serie de acciones que los países de América Central, México, Panamá y República Dominicana han desarrollado conjuntamente y en forma continua durante diez años para contribuir a la tecnificación y mejoramiento de su caficultura, actualmente afectada por nuevas plagas y enfermedades que limitan su productividad. A lo largo de estas acciones, ha sido muy fructífera la oportunidad que se ha presentado entre técnicos y caficultores para confraternizar e intercambiar experiencias, todo lo cual permitió ampliar nuestro bagaje de conocimientos sobre el cultivo.

Es oportuno también destacar, en la realización de estas acciones, la valiosa colaboración que nos han brindado instituciones como IICA, IBC de Brasil, USAID/ROCAP cuya contribución económica ha sido básica, CATIE que acogió a PROMECAFE y nos facilitó su infraestructura para la capacitación de personal y selección de variedades de café, IRCC/CIRAD de Francia por proporcionarnos técnicos especializados y oportunidades de capacitación.

No podemos dejar pasar por alto también otras instituciones como OIRSA, CIFIC de Portugal, Universidad Federal de Viçosa, ICAITI y el Instituto Agronómico de Campinas, Brasil, que contribuyeron a alcanzar nuestros objetivos.

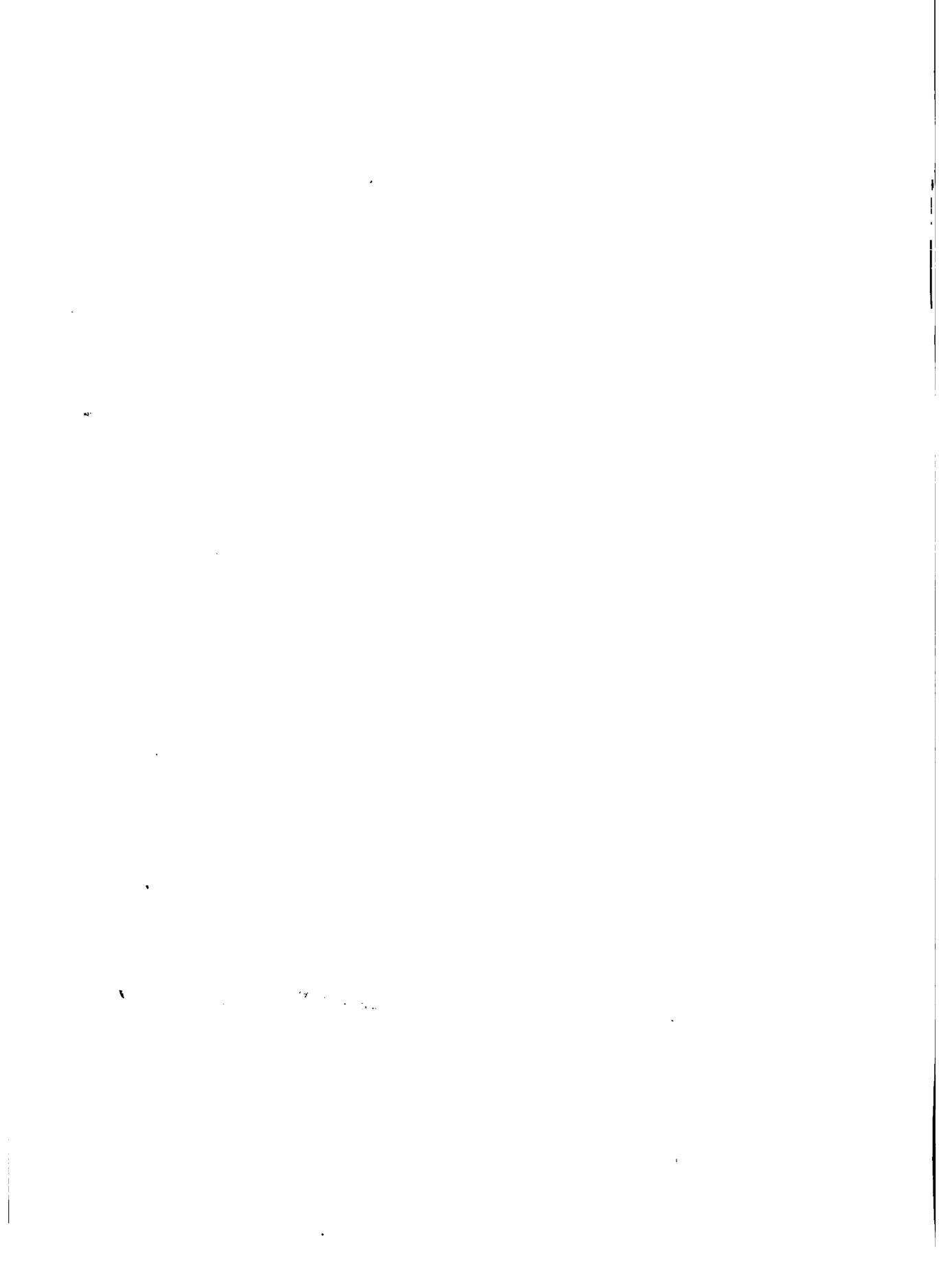
En la presente obra se reseñan las metas alcanzadas en diez años, las cuales vendrán a consolidar la caficultura regional, base de nuestras economías y desarrollo.

Ing. Manuel Flores Berríos
Presidente del Consejo Asesor
de PROMECAFE 1986-87





Capítulo uno



1

Diez años de labores*

Carlos Enrique Fernández**

Antecedentes

La fundación de PROMECAFE no fue producto del azar. Más bien puede decirse que es el resultado de una larga y persistente acción de los países y del IICA. En múltiples reuniones técnicas se propuso el establecimiento de un proyecto regional que aunara los esfuerzos de los países miembros en beneficio individual y colectivo de los mismos.

La Junta Directiva del IICA, interpretando esa inquietud, recogió la recomendación de varios países y pidió al Director General tomar las medidas necesarias para llevar a cabo ese proyecto continental.

Posteriormente, tuvo lugar en San José de Costa Rica una reunión latinoamericana que juntó delegados cafetaleros de todos los países y técnicos de otros continentes. Todos vinieron justamente preocupados por la aparición de la roya en Brasil en 1970, la cual venía precedida por una advertencia muy alarmante de su seriedad. La reunión se realizó en julio de 1970 y en ella el IICA, por medio del Dr. Pierre G. Sylvain, presentó un proyecto continental financiado con aportes de los países, proporcionales a su producción de café. Desafortunadamente, la propuesta no fructificó.

Años después, en la reunión de la Junta Directiva en República Dominicana, se volvió a pedir el proyecto regional de café. El Director General convocó a una reunión a México, los países centroamericanos y Panamá. Esta se realizó en la sede del IICA en San José de Costa Rica en junio de 1977. En esa ocasión se presentó un esbozo bastante concreto de lo que sería PROMECAFE. Tan fue así que en la nueva reunión de enero de 1978 - en la que se fundó PROMECAFE -, Panamá, Honduras, El Salvador y Costa Rica vinieron con instrucciones para firmar el convenio constitutivo del proyecto. Los demás países lo hicieron *ad referendum*.

El convenio plasmó la idea discutida a lo largo de todos esos años en los que se fue estructurando esta iniciativa, según la cual el esfuerzo sería dirigido no sólo a los aspectos de sanidad vegetal, que eran los que en aquel momento más preocupaban al área, ya que la roya había llegado a Nicaragua en 1976 y la broca a Guatemala en 1971, sino también al mejoramiento integral de la caficultura.

Dentro de esa misma dinámica el Director General del IICA llamó a una reunión pequeña a los más connotados genetistas de café a fin de que juntos dieran su opinión en cuanto a lo que debería hacerse en el área del fitomejoramiento de café, con énfasis particular en la resistencia a la roya. Aquí nuevamente se recomendó la acción concertada a nivel de región, además de otras medidas que parecieron oportunas en aquel momento.

* Los documentos que conforman este libro han sido expuestos en la Reunión de Presentación de Resultados. PROMECAFE, San José, Costa Rica, los días 10 y 11 de agosto de 1987.

** Jefe de PROMECAFE.

Adicionalmente, el IICA solicitó a la Organización Internacional de Café (OIC) el financiamiento de un proyecto regional, lo que desafortunadamente no se logró.

El Instituto Brasileño del Café (IBC-GERCA) también fue contactado y otorgó una donación de \$100.000 que fue sumamente útil para iniciar las actividades de PROMECAFE, en las que participaron funcionarios antillanos.

El convenio entre el IICA y los países se firmó en enero de 1978 y lo suscribieron por México la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y el Instituto Mexicano del Café; por Guatemala el Ministerio de Agricultura y la Asociación Nacional del Café; por El Salvador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Compañía Salvadoreña del Café; por Honduras la Secretaría de Recursos Naturales y el Instituto Hondureño del Café; por Costa Rica el Ministerio de Agricultura y Ganadería; y por Panamá el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y la Asociación Nacional de Cafetaleros. Desde luego, también lo firmaron el Director General del IICA, el Director del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Director del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). El 28 de enero de 1982 hizo su ingreso la República Dominicana por medio de la Secretaría de Estado de Agricultura y en febrero de 1983, Nicaragua por medio del Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria.

Este convenio tenía una duración de cinco años, 1978-1982, por lo que en 1983 los países decidieron prorrogarlo por otros cinco años (1983-1987), firmando un protocolo al convenio original.

El objetivo general de este convenio radica en "promover a través de la cooperación regional la investigación agronómica e impulsar la tecnificación de la caficultura con miras a elevar su productividad en los países miembros". Para alcanzar ese propósito el convenio indica que "se dará especial atención al impulso y desarrollo de los programas de mejoramiento genético en la región, a la capacitación intensiva de recursos humanos en técnicas modernas de producción y protección sanitaria; a la prestación de asesoría general y específica en la elaboración de proyectos nacionales o regionales y en otros aspectos y problemas que sean de interés e incidan en la productividad, protección y modernización de la caficultura en cada uno de los países miembros del Programa".

Cuando ya el programa estaba operando, se hizo contacto con el Instituto Francés de Café y Cacao (actualmente IRCC), lo que llevó a la firma en junio de 1980 de un convenio entre el gobierno francés, por medio del mencionado Instituto, y el IICA-PROMECAFE.

También en 1980, la USAID/ROCAP hizo una donación a PROMECAFE para un estudio de los países del área que diera origen a la formulación de un proyecto de apoyo regional. La donación que fue de \$15.000 permitió un primer documento que sirvió de base a la formulación del proyecto de donación por \$3.5 millones que vino a dar profundidad y amplitud a las acciones de PROMECAFE. Esta nueva donación se firmó en junio de 1981 y se recibió el primer desembolso en enero de 1982. Se había planificado para terminar en mayo de 1986, pero debido a un inicio tardío por una parte y a un manejo prudente por otra se ha podido extender hasta diciembre de 1987.

Justificación

El café es sin duda alguna la actividad económica más importante de la región. Existen muchos documentos que dan base para estimar que cualquier proyecto que venga a mejorar este cultivo redundará en beneficio de amplios sectores de la población. Bastan unas pocas cifras para apreciar la importancia relativa de este cultivo.

El café ocupa unas 1.3 millones de hectáreas; en buena parte, terrenos montañosos y quebrados que difícilmente podrían ocuparse con otro cultivo sin destruir el suelo. Se trata de un cultivo conservacionista. Más de 90% de las fincas cafetaleras son menores de 10 hectáreas, es

decir que con muy pocas excepciones el café es un cultivo de pequeños agricultores. Todas las fincas están en manos de nacionales de los países.

El cultivo proporciona trabajo permanente a más de 1.130 millones de personas y en forma estacional a cuatro veces ese número, es decir 4.500 millones. A esto debe agregarse la inmensa cantidad de empleos que indirectamente se generan en los bancos, la industria de sacos y canastos, los transportes y otros.

Juntos, los países del área producen cerca de 14 millones de sacos de café (el 15.5% de la producción mundial), lo que los convierte en el segundo grupo en oferta en el mundo después de Brasil. La exportación de esa producción sigue siendo la fuente más importante de divisas para varios países del área y una de las más importantes para los demás. En promedio representa más del 30% de las exportaciones totales.

Por otra parte, los impuestos que gravan esa exportación resultan uno de los recursos más importantes del Estado de cada país. No hay datos muy confiables sobre este aspecto, pero por ejemplo, en Costa Rica, entre 1974 y 1987 el Estado se quedó en promedio con 18 centavos de cada dólar generado por la exportación de café.

Toda esta actividad se ha visto amenazada por plagas muy severas que podrían causarle graves daños y también por precios muy bajos que cada vez hacen menos rentable la producción. Ha sido y sigue siendo el criterio de PROMECAFE que la única verdadera solución a esos problemas es el aumento de la eficiencia en la producción. El café debe producirse con costos suficientemente bajos como para asegurar que se podrá hacer frente a problemas sanitarios o de bajos precios.

Estrategia seguida

Al propósito anteriormente citado se agregaron los siguientes objetivos intermedios para poder definir el objetivo general:

- Fortalecimiento de la capacidad técnica y científica del recurso humano en las instituciones cafetaleras de cada país para que puedan atender mejor sus propias necesidades técnicas y de adiestramiento.
- Generación de información experimental para el combate eficiente de la roya y de la broca del fruto del cafeto, y para la detección y el control de residuos de plaguicidas usados en café.
- Evaluación de material genético de café para seleccionar y reproducir variedades resistentes a la roya, y de alta producción y calidad.
- Desarrollo metodológico del proceso generación, adaptación, validación y transferencia de tecnología apropiada para café.
- Creación y/o fortalecimiento de centros de documentación y banco de datos para el desarrollo de un sistema regional de información en café.
- Fortalecimiento de la infraestructura de investigación.

Esos objetivos se enmarcaron dentro de una estrategia general definida por el Convenio de Operaciones de PROMECAFE suscrito por el IICA, los países involucrados y el CATIE y

OIRSA como organismos regionales; y por el convenio IICA-USAID/ROCAP para ejecutar, dentro del área de PROMECAFE, el proyecto regional de control de plagas del café. Esta estrategia incluye el ámbito geográfico e institucional, el marco organizativo, el período de vigencia y los recursos para su ejecución.

El ámbito geográfico del proyecto comprende los países de América Central, Panamá, México y República Dominicana. En representación de cada país participan las entidades nacionales responsables del apoyo a la actividad cafetalera, las cuales se vinculan directa o indirectamente con los respectivos Ministerios de Agricultura. Adicionalmente, el proyecto cuenta con la colaboración de organismos regionales y extra-regionales.

A nivel de los países participan en el proyecto las siguientes instituciones:

Guatemala: Asociación Nacional del Café (ANACAFE) / Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

El Salvador: Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café (ISIC-MAG) / Instituto Nacional del Café (INCAFE)

Honduras: Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) / Secretaría de Recursos Naturales

Nicaragua: Dirección de Café, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA)

Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) / Instituto del Café (ICAFE)

Panamá: Dirección de Café, Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA)

México: Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP-SARH)

República Dominicana: Departamento de Café de la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA)

A nivel regional PROMECAFE cuenta con la colaboración de los siguientes organismos:

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)
- Oficina Regional para Programas en América Central de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID/ROCAP)
- Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial (ICAITI) de Guatemala

A nivel extra-regional cooperan con el proyecto:

- Instituto de Investigaciones en Café y Cacao de Francia (IRCC-CIRAD)
- Centro Internacional de las Royas del Café de Oeiras, Portugal (CIFC)
- Universidad Federal de Viçosa, Brasil (UFV)

PROMECAFE se dio una organización muy simple que consiste en un Consejo Asesor con funciones directivas y un Jefe de Proyecto con funciones ejecutivas. El Consejo Asesor se integra con representantes de las entidades y organismos participantes y se ocupa de la orientación y seguimiento del proyecto, aprobación de planes operativos e informes, y fija los aportes económicos de las partes.

El Jefe de Proyecto es nombrado por el IICA y depende administrativamente del Director de Operaciones del Area Central. Elabora y ejecuta los programas-presupuestos de acuerdo con las normas y procedimientos del IICA. Es también responsable por la coordinación de las acciones cooperativas de las entidades y organismos participantes.

Dada la naturaleza multinacional y cooperativa del proyecto, las actividades se han realizado con las entidades participantes mediante un mecanismo que incluye la elaboración de los planes anuales de trabajo con base en los requerimientos de cada país y la presentación de los mismos ante el Consejo Asesor para su consideración y aprobación final.

Las acciones del proyecto han sido de apoyo técnico, estudios, capacitación, acción directa y cooperación técnica recíproca, las cuales se han ejecutado mediante asesorías, estudios monográficos, cursos, adiestramiento en servicio, talleres, reuniones técnicas, investigación a nivel de laboratorio y campo, giras de observación, así como estudios y apoyo para el mejoramiento de la infraestructura física de investigación.

Actividades y principales resultados

Las tareas ejecutadas por el proyecto se organizaron dentro de siete actividades básicas y generales: control de la roya del cafeto y estudio de su epidemiología; estudio de la biología de la broca del fruto del café y su control; estudio sobre residuos de plaguicidas y su control; desarrollo y reproducción de variedades de café resistentes a la roya; desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología apropiada; sistemas de información y bases de datos; actividades generales de apoyo técnico y logístico.

Seguidamente y en forma resumida se presentan algunos de los productos más destacados de estas acciones.

Control de la roya del cafeto y estudio de su epidemiología

Se contrataron los servicios de un conocido fitopatólogo con amplia experiencia en el control de la roya; su sede fue San Salvador y el organismo cooperador más cercano fue el ISIC.

Se desarrolló una metodología para el estudio epidemiológico de la enfermedad que se encuentra disponible en todos los países. El hecho de que en El Salvador la curva epidemiológica haya estado bien determinada hizo posible un mejor control con solo tres y a veces dos aplicaciones de fungicida. Al mismo tiempo se pudo obtener un buen control bajando la dosis de 3.0 kg/ha a 1.5 kg/ha de oxicloruro de cobre. La comparación de muchos fungicidas mostró que aquellos a base de cobre dieron un control más adecuado y más barato.

En el ISIC se reforzaron las facilidades de investigación en roya proveyendo equipo de laboratorio y un invernadero completo. Adicionalmente, este instituto ha investigado el uso de equipo de aspersión, que debe reforzarse en el futuro.

A través de reuniones anuales y publicaciones se han difundido los conocimientos generados dentro de esta actividad a la vez que se han intercambiado los resultados obtenidos en otros países. Esto ha sido sumamente importante, especialmente ahora que la enfermedad se disemina en todos los países del área de PROMECAFE, con la excepción de República Dominicana, donde aún no ha sido reportada.

Estudio de la biología de la broca del fruto del café y su control

Desafortunadamente en esta actividad el progreso fue más lento. Debido a problemas de contratación, no se pudo contar oportunamente con un profesional (entomólogo), lo que afectó seriamente la marcha de la actividad. Más recientemente fue reforzada con un entomólogo que posee una amplia experiencia, asignado por el gobierno francés a través del IRCC.

La mayor parte del trabajo se hizo con la colaboración del personal de ANACAFE que ha venido trabajando con esta plaga desde 1971. El trabajo de investigación y campo se centró en estudiar el ciclo de vida del insecto para compararlo con el establecido en otras partes del mundo bajo distintas condiciones, con el fin de tener bases en los estudios de dinámica de la población y de controlar la plaga.

Muchas pruebas de campo con distintos insecticidas en diferentes épocas muestran que el "endosulfán" (Thiodán) sigue siendo el más efectivo, pero que las dosis pueden bajarse de modo satisfactorio a 0.75-1.0 kg/ha y las aplicaciones a una o tres si se efectúan en el momento oportuno. Estos resultados no sólo reducirían los costos sino también el nivel de contaminación ambiental. Se hicieron estudios sobre el umbral económico del control en plantaciones con distintos niveles de tecnificación.

Además, ha sido posible demostrar la enorme ventaja que significa tomar medidas sanitarias, como por ejemplo recoger todos los frutos caídos y los infestados que quedan en la planta después de la cosecha. El proyecto ha iniciado algunas acciones para un eventual control por medio de parasitoides, cuya finalidad es llegar al control integrado de la plaga.

Aunque gran parte del trabajo fue hecho en Guatemala, El Salvador y Honduras, los técnicos de todos los países del área están familiarizados con la plaga y su control, mediante cursos, seminarios, reuniones y talleres en los que se han tratado temas tales como el daño causado por la plaga, la morfología del insecto, su ecología, dinámica de poblaciones, control, aspectos de orden económico, métodos de investigación, etc. Al mismo tiempo se ha intercambiado información sobre los resultados obtenidos en la investigación realizada en los distintos países del área y del mundo que ya tienen la plaga.

El proyecto reforzó los recursos para la investigación de la broca con que cuentan los países. Así en Guatemala se construyó un insectario o invernadero. Se equipó el laboratorio con instrumentos y materiales. Adicionalmente se ha proporcionado equipo meteorológico para estudios de clima y su relación con la plaga.

Estudio sobre residuos de plaguicidas y su control

Los residuos de los plaguicidas que se usan en café al acumularse en el grano constituyen un grave problema, en consecuencia se diseñaron experimentos *ex professo* para averiguar las posibilidades de acumulación de residuos de oxiclورو de cobre, óxido de cobre, Bayletón, Tilt, Thiodán y Malathión.

El trabajo de campo se realizó en El Salvador, Guatemala y Honduras; los análisis fueron contratados con el ICAITI y el ISIC. El resultado más importante fue encontrar lo que parecen ser residuos de plomo en las muestras de café asperjado con cobre. Se desconoce su origen aunque se encontró que algunos fungicidas a base de cobre contienen, como impureza, altas cantidades de plomo. Normalmente se admite que pueden contener 250 ppm de plomo, pero algunos llegan hasta 2.500 ppm y más. También se encontraron residuos de Bayletón, Malathión y Thiodán, pero hasta el momento no existen límites de tolerancia de estos componentes para café. Se continúa con análisis de otras muestras de granos, pulpa y eventualmente de la bebida de café procedente de estas muestras.

Para todo este trabajo se ha contado con la asesoría de un conocido experto en materia de plaguicidas, el Dr. Cummings del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Por otra parte, se hicieron dos reuniones internacionales con participantes de toda la región para conocer estos resultados y discutirlos. Asimismo se capacitaron dos técnicos del ISIC en Florida, a fin de familiarizarse con el análisis de residuos. Esto fue complementado con equipo que proporcionó PROMECAFE al ISIC para realizar los análisis.

Desarrollo y reproducción de variedades de café resistentes a la roya

El desarrollo de una variedad de alta productividad y calidad, buena adaptabilidad, con resistencia a roya y otras enfermedades o plagas sería uno de los productos más importantes en que se podría pensar; tendría además un gran valor, especialmente para los pequeños productores.

PROMECAFE ha concentrado sus esfuerzos para lograr algo que se aproxime lo más posible a lo descrito. La meta ha sido buscar una variedad que, sin sacrificar la productividad que tienen las variedades comerciales, sea capaz de producir sin aspersiones a pesar de la roya.

Los esfuerzos han sido encaminados básicamente a introducir los mejores materiales resistentes que existen en el mundo, a evaluarlos en una primera instancia en el CATIE, bajo las condiciones de Turrialba, y a probar los mejores materiales en su capacidad de adaptación a las condiciones de los distintos países por medio de experimentos regionales.

La resistencia de todos esos materiales ha sido verificada tanto en Brasil como en Oeiras, Portugal. Asimismo en los países se evalúan en cuanto a productividad, vigor, tamaño de grano, granos vanos o mal conformados, tamaño de planta, susceptibilidad a otras enfermedades, etc. Mucha de esta información es tomada por lote o por planta individual.

La información de Turrialba ha sido computarizada y se cuenta con un programa para analizarla e identificar de esta manera las mejores plantas. Se espera que la información de los países también pueda ser incorporada a corto plazo.

Junto a la disseminación del material genético resistente, era indispensable que los técnicos de todos los países del área estuvieran muy bien capacitados para conducir los experimentos y evaluarlos. Esto se logró mediante cursos cortos o capacitación más amplia tanto en Brasil como en Portugal. Por otro lado, se han realizado reuniones regionales anuales en las que se han compartido experiencias y tomado acuerdos para uniformar lo más posible el trabajo regional.

En algunos países PROMECAFE ha proporcionado un equipo mínimo que facilita la toma de datos.

Toda la actividad ha sido coordinada por un técnico de PROMECAFE y se ha contado con la asesoría permanente de uno de los fitomejoradores de café más connotados, el Dr. Aníbal J. Bettencourt, del CIFC, Oeiras, Portugal.

Cabé destacar, como resultado más importante, que los países en forma individual están a punto de poner en manos de los caficultores una variedad de alta productividad que es resistente, o al menos tolerante, a la roya.

Dentro de esta misma actividad se tuvo especial interés en generar una tecnología que permitiera reproducir asexualmente en forma fácil y eficiente plantas excepcionales que, por su constitución genética heterocigota, no fueran susceptibles de ser reproducidas por semilla. Afortunadamente, se tuvo mucho éxito con la reproducción por micro-estacas *in vitro*, que se realizó en el laboratorio de tejidos Pierre G. Sylvain que PROMECAFE construyó en el CATIE.

Para realizar toda esta actividad también fue necesario construir alguna infraestructura en el CATIE. En adición al laboratorio de tejidos y sus oficinas correspondientes, se levantó un

invernadero, un pequeño beneficio de café para semilla en pequeñas cantidades que dispone de un laboratorio y un almacén con condiciones de humedad y temperatura controlables. Adyacente, un beneficio moderno para muestras mayores que cuenta con adelantos tecnológicos que servirán para propósitos docentes.

Sistemas de información y bases de datos

Se esperaba que esta actividad fuera muy amplia, pero su realización se vio dificultada por la demanda de información que requiere. Por consiguiente PROMECAFE concentró sus esfuerzos en dos áreas: información documental sobre café; e información numérica sobre fitomejoramiento.

La base de información documental se completó con la colaboración del Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola (IICA-CIDIA). Consiste en un banco (que ya está funcionando) en el que se han almacenado electrónicamente más de 7.000 citas sobre café, las cuales pueden ser recuperadas usando palabras claves, por autor, país y otras categorías de orden técnico, de tal forma que el personal capacitado en los centros de documentación a nivel de país pueda tener acceso a este banco y enriquecerlo a lo largo del tiempo.

La otra base de datos corresponde a la información colectada de las plantas proveniente de la actividad de fitomejoramiento. Consta de toda la información del CATIE, pero se espera incorporar también la que se está produciendo en los países. Es algo que facilitará muchísimo el trabajo de los fitomejoradores y permitirá hacer una mejor selección.

PROMECAFE ha capacitado tanto a personal de los centros nacionales de documentación cafetalera como a personal encargado del fitomejoramiento en el uso y aprovechamiento de estas bases de datos.

Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología apropiada

Siendo éste un proyecto con dedicación prioritaria hacia el pequeño y mediano caficultor, resultó imperativo buscar una metodología nueva y funcional que permitiera llevar la tecnología moderna a los 200.000 pequeños productores del área.

Un primer paso consistió en establecer perfiles de los productores en sus aspectos socioeconómicos y de sus plantaciones en los aspectos tecnológicos. Tanto en El Salvador como Honduras, los técnicos locales participaron en las caracterizaciones de área que contemplan informaciones específicas sobre condiciones naturales, niveles tecnológicos, condiciones socioeconómicas y prácticas de comercialización y mercadeo. El análisis de las mismas se hizo conjuntamente con investigadores y extensionistas, con el propósito de buscar paquetes tecnológicos apropiados para los agricultores de cada área.

El paso siguiente fue validar y probar en el campo estas opciones. En general, se desarrollaron tres opciones, dependiendo del acceso al crédito o a los insumos.

En Guatemala el enfoque fue un tanto diferente, dado que se hicieron áreas demostrativas con las distintas opciones. En Honduras, Costa Rica y Panamá, donde existen programas de crédito para pequeños productores, el paquete tecnológico usado ha sido mucho más sofisticado y también más costoso.

Desde luego, el establecimiento de uno o varios paquetes tecnológicos es apenas el principio. Falta la metodología para llevarlo al productor. Los métodos de extensión conocidos hasta ahora no cumplen con el propósito deseado pues normalmente la relación entre el extensionista y el productor es de uno a uno, y por ser tan alto el número de pequeños productores, el trabajo se torna imposible.

Consecuentemente, se colaboró con ANACAFE, en Guatemala, para procurar la formación de grupos a los que se pudiera atender en forma colectiva. Así nacieron los "grupos de amistad y trabajo". Con este sistema, un extensionista puede atender 10 ó 12 grupos de 15, 20 o más productores cada uno. De esta manera están siendo asistidos cerca de 8.000 pequeños productores. En Honduras y El Salvador este sistema ha probado ser también exitoso y se espera que pueda instrumentalizarse en otros países como Nicaragua y Panamá.

Tanto sobre la caracterización de área como sobre la metodología de extensión se han hecho múltiples reuniones y giras de campo, así como cursos de capacitación de equipos, para llevar a cabo el trabajo a nivel de país. También se han realizado cursos para evaluar las opciones tecnológicas desde el punto de vista económico.

Actividades generales de apoyo técnico y logístico

La administración del proyecto estuvo a cargo del IICA, en donde se ha centralizado y coordinado toda la colaboración recibida de los países, organismos y entidades participantes. La sede es la Oficina Central del IICA en San José de Costa Rica y dentro de la organización del Instituto el proyecto depende del Director de Operaciones del Area Central.

Como se dijo anteriormente, el Consejo Asesor es el encargado de conocer y aprobar informes de trabajo, planes y presupuestos operativos.

La jefatura del proyecto, con la ayuda de un especialista en conducción de proyectos, ha tenido a su cargo las distintas contrataciones de obras, consultores y asesorías por una parte y el manejo de personal y la ejecución del programa-presupuesto por otra. La actividad de apoyo técnico y logístico ha sido en realidad la tarea administrativa del proyecto.

Capacitación

La capacitación y el adiestramiento de personal ha sido el instrumento clave para el trabajo de PROMECAFE. Ninguno de los logros mencionados en el capítulo anterior hubiera sido factible sin la participación del personal nacional de los organismos cafetaleros. Por esa razón se puso mucho énfasis en la capacitación por todos los medios posibles, formales e informales, cursos cortos, talleres, seminarios, giras, entrenamientos en otros países dentro y fuera del área.

La temática cubierta ha sido muy variada y abarcó desde cursos de seis semanas sobre caficultura moderna hasta cursos de dos o tres días sobre manejo de equipo de aspersión, pasando por toda la gama de temas como fisiología del cafeto, uso de ayudas audiovisuales, análisis estadístico y diseño de experimentos, análisis económico, cultivo de tejidos *in vitro*, etc.

Adicionalmente, PROMECAFE ha proporcionado becas para estudios en Oeiras, Portugal, y en Brasil en aspectos de evaluación varietal de resistencia a la roya con duración de seis meses. Quince técnicos de los países gozaron de esas becas. Otras becas de especialización han sido proporcionadas con financiamiento del Gobierno de Francia para hacer estudios en el IRCC en Montpellier. Otros estudiantes a nivel de maestría en el CATIE han recibido colaboración de PROMECAFE en la realización de sus trabajos de tesis, siempre con temas sobre café.

En total, el proyecto ha capacitado a más de 5.000 técnicos.

Publicaciones

Considerando que en el área existe poca información escrita sobre café, PROMECAFE puso mucho empeño en hacer llegar a los técnicos del área la mayor cantidad posible de publicaciones. El Boletín de PROMECAFE es el órgano oficial del proyecto desde su inicio. Se publica cada tres meses y se distribuye mediante una suscripción a más de 1.200 técnicos.

Adicionalmente se han publicado traducciones y trabajos originales sobre temas de café. También se produce un informe después de cada curso o reunión técnica que lo amerite. Después de cada simposio se publican los trabajos presentados. El proyecto ha financiado también publicaciones nacionales. Se anexa al final de este libro una lista que cubre la mayoría de las publicaciones de PROMECAFE.

Infraestructura y equipo

Para realizar el trabajo el proyecto ha tenido que hacer algunas inversiones tanto en construcciones como en equipo. Así, se construyó un laboratorio para el cultivo de tejidos de café *in vitro*, con espacio para oficinas; se inauguró en agosto de 1983 en honor al Dr. Pierre G. Sylvain, en terrenos del CATIE.

También en el CATIE se construyó un beneficio de café que consta de dos partes. Una para procesar muestras menores y otra para el procesamiento de muestras más grandes de semilla y la cosecha comercial del CATIE. Ambos están en funcionamiento.

Se hicieron tres invernaderos, uno en el CATIE, otro en terrenos del ISIC en Santa Tecla, El Salvador, y el tercero en la finca Buena Vista, de ANACAFE, Guatemala, así como una cámara de inoculación que se encuentra en el CATIE.

En lo que se refiere al equipo se compraron cuatro vehículos para uso del proyecto: uno para el CATIE y los otros para los técnicos estacionados en Guatemala, El Salvador y Honduras.

Asimismo, un equipo meteorológico fue entregado a los organismos nacionales en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua, para estudios de epidemiología de roya y biología de broca.

En cuanto a equipo de laboratorio, se adquirieron uno para estudios de roya entregado al ISIC en El Salvador; otro para el trabajo de cultivo de tejidos en el CATIE; otro para estudios de broca entregado a la ANACAFE en Guatemala; otro para el análisis de residuos entregado al ISIC en El Salvador y un equipo de campo para la evaluación de variedades entregado a cada país del área.

Finanzas

Como se señaló al principio, PROMECAFE recibió el apoyo financiero de varias fuentes.

IICA

Desde el inicio el Instituto ha proveído al Jefe del Proyecto y ha aumentado gradualmente su aporte con fondos para costos administrativos, así como proporcionado espacio de oficinas y los servicios correspondientes, y algunos fondos para operación. La contribución anual del IICA puede estimarse en \$100.000 en efectivo y una suma equivalente en especie.

Países

La cuota fijada a los países en el convenio original fue de \$40.000 anuales, pero a partir de 1982 la cuota fue rebajada a \$20.000 por país. En los diez años de vida del proyecto se ha conseguido en promedio un 60% de pago de esas cuotas y se ha tenido una pérdida por tipo de cambio de cerca de \$500.000. Además, se cuenta con un aporte de los países en técnicos nacionales y sus gastos, terrenos, planta y equipo y otros servicios, que en conjunto se ha estimado en \$600.000 anuales.

USAID-ROCAP

Este organismo entregó a PROMECAFE una donación de \$15.000 para realizar el proyecto que dio motivo a la donación de \$3.5 millones que se inició en enero de 1982 para finalizarse en diciembre de 1987.

CATIE

Su importante contribución, estimada en \$27.000 anuales, ha sido en especie ya que ha proporcionado terrenos, uso de sus facilidades, servicios de todo tipo.

IRCC

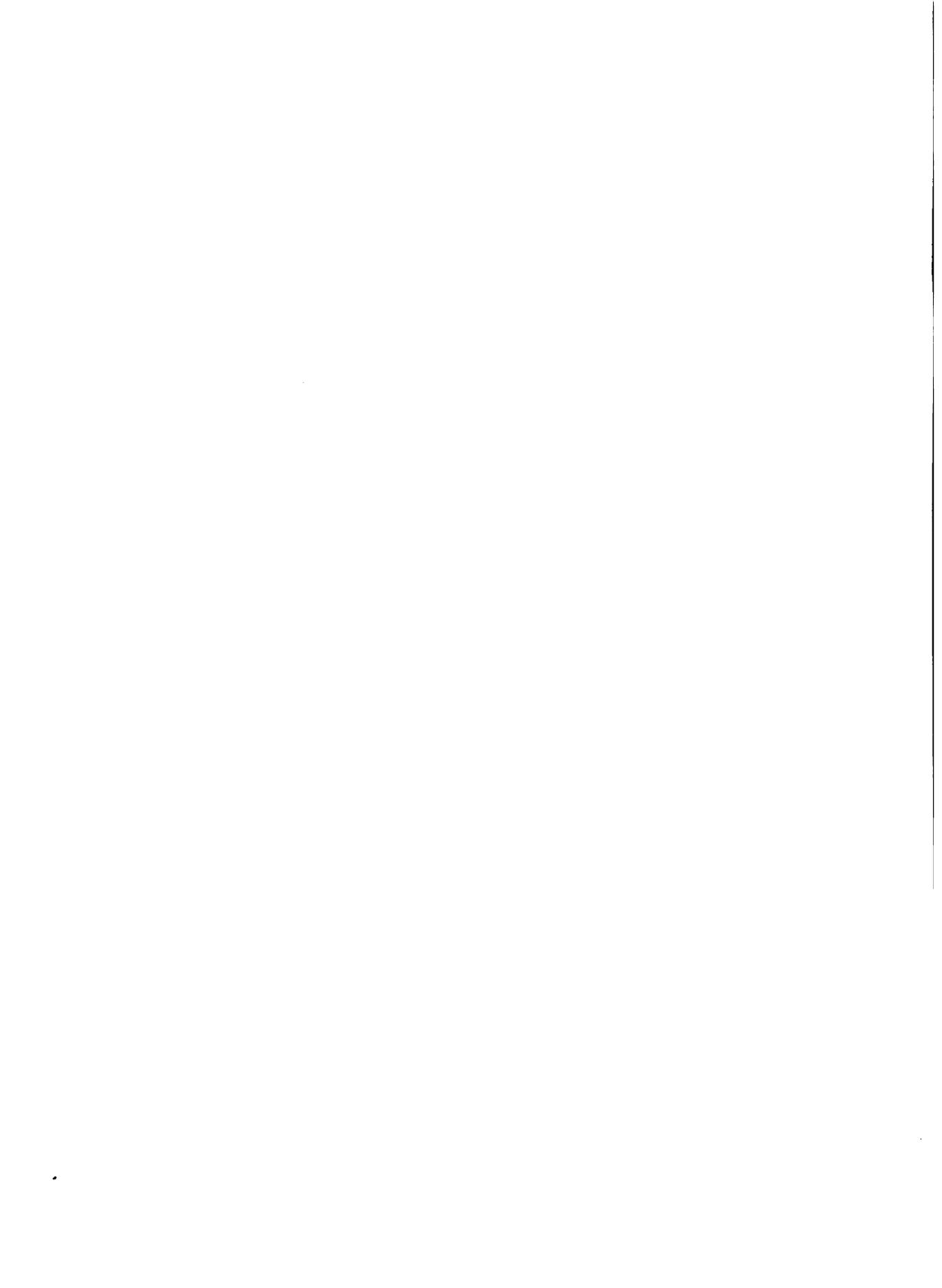
El gobierno francés por medio del IRCC-CIRAD colabora con personal técnico, asesorías, becas y materiales. Su aporte se calcula en más de \$230.000 anuales.

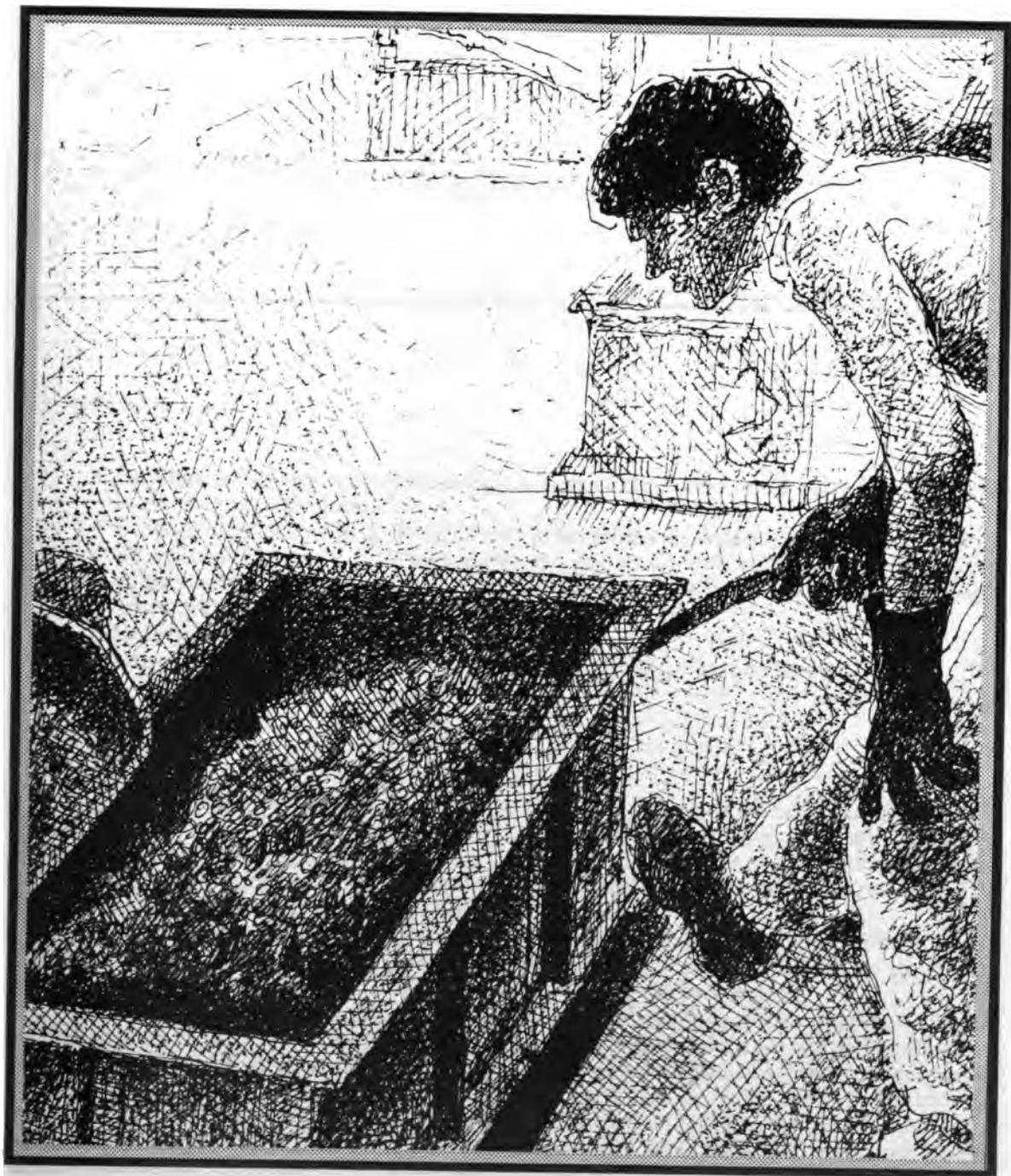
Conclusiones

El proyecto ha sido exitoso por haber alcanzado la mayoría de sus metas. Los logros obtenidos son tangibles (la productividad del área ha mejorado en los últimos diez años), de gran beneficio para la caficultura y reforzados por el interés de mejorar y hacer más eficiente el cultivo.

Resulta muy difícil medir el impacto socioeconómico ya que la influencia del proyecto no puede ser separada de la influencia de otros factores, entre otros los organismos cafetaleros nacionales, los productores, el crédito, las políticas nacionales, los precios mundiales, etc. Algunos de los logros solo fueron posible gracias a la acción cooperativa y difícilmente hubieran podido alcanzarse individualmente por los países.

El proyecto, al ser un esfuerzo conjunto, ha contribuido a un mejor conocimiento entre técnicos y funcionarios en general que ha sido importantísimo en la tarea de compartir materiales y publicaciones, conocimientos y amistad.





Capítulo dos



2

// *Biología, epidemiología y combate de la roya del café*

Zía U. Javed *

Objetivos

- Estudiar la biología y epidemiología de la roya del café en El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Honduras.
- Evaluar fungicidas a base de cobre con el propósito de desarrollar el control químico de la roya. Para esto se consideraron las épocas de aplicación de fungicidas para controlar la roya del café en cada país; el número mínimo de aplicaciones necesarias; y los diferentes tipos de fungicidas utilizados.
- Evaluar diferentes equipos aspersores.
- Capacitar personal nacional en epidemiología y control químico de la roya.

Biología y epidemiología de la roya

El conocimiento del desarrollo del hongo de la roya *Hemileia vastatrix*, su dispersión y los factores que favorecen su multiplicación es esencial para poder entender la enfermedad y, como fin último, controlarla eficientemente. Los estudios de biología y epidemiología permitirán seleccionar las áreas ecológicas más favorables al desarrollo del hongo para conocer en cuales de ellas se requiere mayor combate químico.

Aunque no es posible utilizar un método para conducir los estudios sobre epidemiología aplicable a todos los países, PROMECAFE trató de unificar un sistema, dentro de límites manejables, que permitiera obtener en la región información básica comparable.

Esta metodología fue discutida por los especialistas de los países en varias reuniones de carácter regional, llegando a conclusiones sobre el área mínima donde debería desarrollarse el trabajo, el número de árboles, ramas y pares de hojas por muestrear, el registro del desarrollo de la roya y la medición de los factores que influyen en su desarrollo, como son el crecimiento de la planta (fenología del café) y los factores climáticos. PROMECAFE adquirió el equipo meteorológico básico y estableció con los técnicos nacionales, en El Salvador, Honduras, Guatemala y Nicaragua, estaciones y experimentos con este objetivo. Esta actividad fue completada con un intenso programa de capacitación por medio de seminarios, talleres y cursos de los cuales habrá una reseña más adelante.

* Especialista en fitopatología, IICA-PROMECAFE.

Actividades en El Salvador

En este país se estableció la sede de la actividad a cargo del Dr. Zía Javed y con la colaboración muy importante del Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café (ISIC). Se trataba de estudiar una metodología para evaluar el desarrollo de la roya en condiciones de baja altitud*.

Materiales y métodos

Lugar: Finca Magallanes, Dpto. La Libertad. Mayo 1984.

Condiciones: 465 m.s.n.m. Bourbon de 25 años a 2.5 x 2.5, *Inga* sp. de sombra.

Variables: Incidencia (porcentaje de hojas infestadas), severidad (número promedio de pústulas por hoja infestada) y progreso de la infección, período de incubación, área foliar por planta, variables climáticas y análisis foliar.

Resultados

Con las experiencias obtenidas en este trabajo y las conclusiones de los talleres regionales se definió una metodología para conocer el desarrollo de la roya en una plantación de café, la cual se describe más adelante.

Observaciones sobre variaciones de temperatura, radiación diaria, área foliar por planta y total de horas con humedad relativa mayor de 85% se pueden ver en las Figuras 1 y 2.

La Figura 3 indica la curva epidemiológica de la roya en la cual se aprecia un pico de máxima infección de diciembre a febrero.

El Cuadro 1** señala los períodos de incubación respecto a los índices climáticos que indican cómo los meses de julio y agosto son los más favorables.

Los efectos de estos meses se ven en la planta en enero y febrero cuando ocurre la mayor cantidad de hojas con roya (ver Cuadro 2).

Conclusiones

De los resultados obtenidos hasta el momento en El Salvador, puede concluirse que el conjunto de variables climáticas que caracterizan la zona ecológica donde se realiza el estudio ejercen un marcado control sobre el hongo, en lo que concierne a la producción de inóculo primario, lo cual a su vez repercute en un progreso lento de la enfermedad, teniendo como consecuencia bajos niveles de infección en el período de la máxima epifitía.

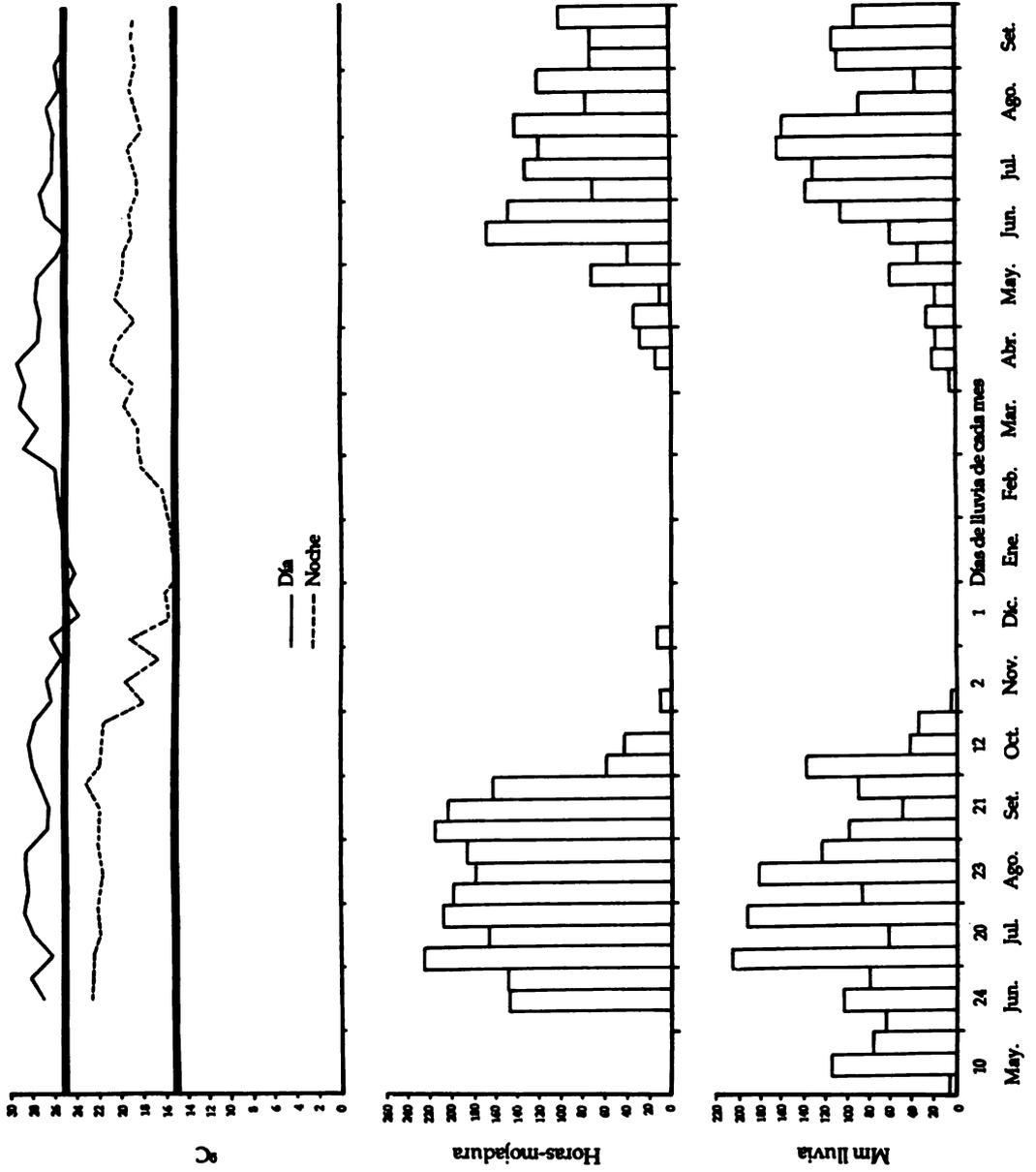
También se ha determinado que, una vez establecidas las lluvias, sucede un acortamiento en los períodos de incubación del hongo, oscilando entre los 20 y 27 días.

Finalmente, se ha observado que al efectuar inoculaciones en plantas adultas y al ser comparadas con plantas pequeñas, se obtuvo una anticipación de seis días en la respuesta de las plantas.

* Otro experimento para estudiar la epidemiología de la roya en grandes altitudes (1.200 m.s.n.m.) en El Salvador se inició en mayo de 1985. Se están recolectando los resultados.

** Los Cuadros numerados de 1 a 6 que ilustran aspectos de la metodología utilizada en los países estudiados se presentan en anexo.

Figura 1. Promedio de variaciones diarias de temperaturas entre el día y la noche, tiempo de mojadura de la hoja y lluvia acumulada en mm para cada 10 días. De mayo de 1984 a setiembre de 1985



**Figura 2. Promedios de la máxima radiación diaria en g - cal./ cm²/ minuto
Total de horas con humedad relativa entre el 85-100% para 10 días
Area foliar \bar{x} por planta en m² de mayo de 1984 a setiembre de 1985**

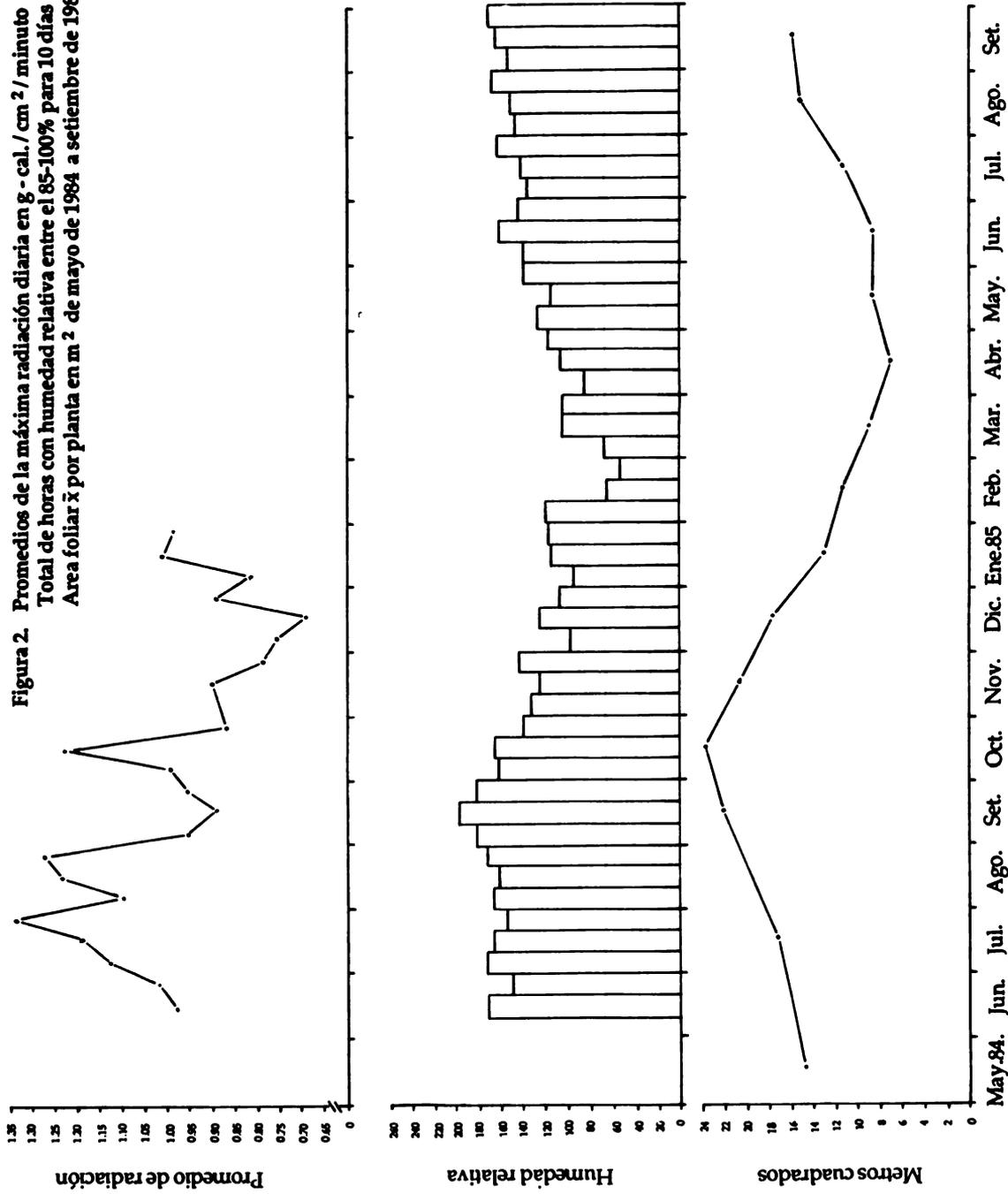
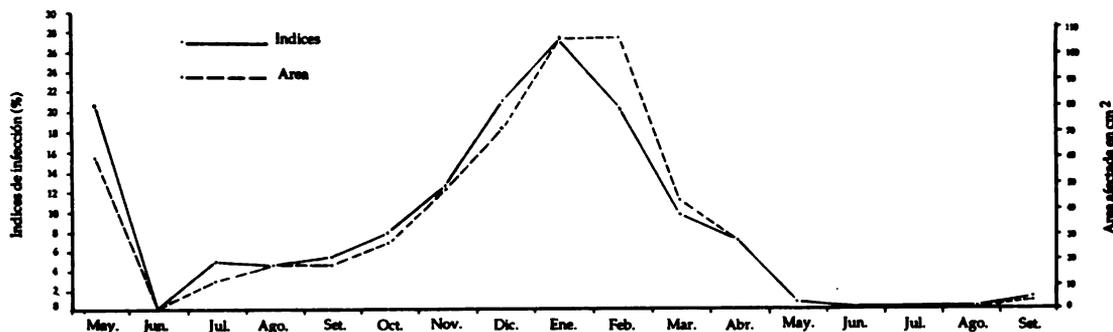


Figura 3. Índices de infección por la roya del café en porcentajes y por área afectada en cm². Finca Magallanes, Depto. La Libertad a 465 m.s.n.m., de mayo de 1984 a a setiembre de 1985



Recomendaciones

- La localización de estudios epidemiológicos debe hacerse con base en la zonificación del cultivo.
- Los estudios epidemiológicos de la roya deberán ir acompañados de una serie de evaluaciones, tanto de las variables climáticas como del desarrollo foliar de la planta, de su estado nutricional, disponibilidad de nutrientes en el suelo y estimación de la cosecha.
- Los datos obtenidos en el campo deberán contribuir a establecer programas para combatir la enfermedad, en donde se tomen en cuenta las prácticas culturales, disminución en el número de aplicaciones, aplicación de las dosis adecuadas de fungicidas, dependiendo del grado de enfoamiento de la planta y de otras alternativas que resulten efectivas y económicas para el pequeño caficultor.

Actividades en Guatemala, Honduras y Nicaragua

En *Guatemala*, el proyecto conjunto ANACAFE/PROMECAFE no se ha iniciado aún, puesto que todavía no ha sido posible instalar el equipo meteorológico en el campo.

En *Honduras*, antes de que PROMECAFE iniciara su proyecto, IHCAFE ya había comenzado a estudiar la epidemiología de la roya en seis diferentes localidades. Los resultados obtenidos por el IHCAFE han sido satisfactorios, lo suficiente para llegar a conclusiones acerca de la epidemiología de la roya bajo condiciones propias de ese país.

En *Nicaragua*, en mayo de 1985, se comenzó a estudiar la epidemiología de la roya dentro del proyecto conjunto MIDINRA/PROMECAFE. El estudio se realizó a 530, 800 y 1.000 m.s.n.m. y ya se están recolectando los resultados que se obtuvieron de estos tres lugares. Se entregó el equipo meteorológico al MIDINRA en noviembre de 1984, aunque se necesitarán los datos de por lo menos tres años de cada uno de esos lugares para poder llegar a conclusiones válidas.

Evaluación de fungicidas para el combate químico de la roya del cafeto

Se refiere a todo lo relacionado con la evaluación de fungicidas a base de cobre y fungicidas llamados sistémicos en el campo y en el laboratorio; el desarrollo de programas de aspersión; la evaluación en el campo de diferentes dosis efectivas de fungicidas; y el trabajo sobre evaluación de diversos tipos de bombas aspersoras.

Nicaragua

Evaluación de campo de varias formulaciones de cobre 50%

Los objetivos consisten en comparar en el campo el comportamiento de los fungicidas cúpricos 50% en forma de oxiclورو, hidróxido y óxido cuproso y, por otra parte, determinar los contenidos de cobre y plomo en muestras de fungicidas y residuos en granos de café.

Este proyecto conjunto MIDINRA/PROMECAFE se inició en tres diferentes localidades de Nicaragua a altitudes de 530, 800 y 1.000 m.s.n.m. Los fungicidas de cobre 50% que se están evaluando para combatir la roya son: Cupravit 50% WP (0,5%), Cobre Sandoz MZ 50% WP (0,35%), Kocide 101 50% WP (0,35%) y Oxiclورو de cobre 50% WP (0,5%).

El proyecto comenzó en mayo de 1985 y los datos recolectados hasta diciembre del mismo año revelaron bajos niveles de infección en todas las parcelas, por lo que no ha sido posible llegar a ninguna conclusión. Los datos serán analizados después de cosechar las parcelas tratadas y no tratadas.

Evaluación de frecuencias de aplicación de fungicidas cúpricos

Esta evaluación tiene como objetivos determinar la mejor frecuencia de aspersión para el control de la roya, el número máximo y mínimo de aspersiones que se necesitan para combatirla y evaluar el efecto de las diferentes épocas de aspersión tanto en el comportamiento del hongo como en la producción.

Este proyecto conjunto MIDINRA/PROMECAFE también se inició en mayo de 1985, en tres diferentes localidades. Se escogió un lugar en la zona del Pacífico y los otros dos en la zona Norte. Los datos recolectados hasta diciembre de 1985 mostraron bajos niveles de infección de roya en los tratamientos. Habrá análisis cuando se recoja por lo menos los datos de dos años provenientes de cada uno de los lugares escogidos.

Debido a cambios frecuentes de la contraparte nacional, no ha sido posible obtener los resultados de Nicaragua, por lo que no se han emitido conclusiones válidas sobre el control de la roya en este país. Sin embargo, de darse un seguimiento a esta actividad, se podrá lograr un buen control de la roya, ya que los técnicos están capacitados para conducir trabajos de investigación y llegar a emitir recomendaciones para los caficultores.

Guatemala

Evaluación de diferentes formulaciones de cobre 50%

Este trabajo de investigación tiene el propósito de comparar en el campo el comportamiento de los fungicidas cúpricos 50% en forma de oxiclورو, hidróxido y óxido cuproso para combatir la roya; determinar la formulación de cobre 50% más efectiva; y analizar los contenidos de cobre y plomo en muestras de fungicidas y residuos en granos de café.

Este proyecto conjunto ANACAFE/PROMECAFE comenzó en junio de 1984 en dos diferentes localidades de Guatemala. Un resumen detallado de los fungicidas utilizados, sus dosis de aplicación, fechas de aplicación, equipo usado, localización, descripción del área del ensayo, diseño experimental y metodología utilizada se da en el Cuadro 3.

Los resultados analizados pueden observarse en las Figuras 4 y 5.

Figura 4. Evaluación de diferentes formulaciones de cobre en el control de la roya del café

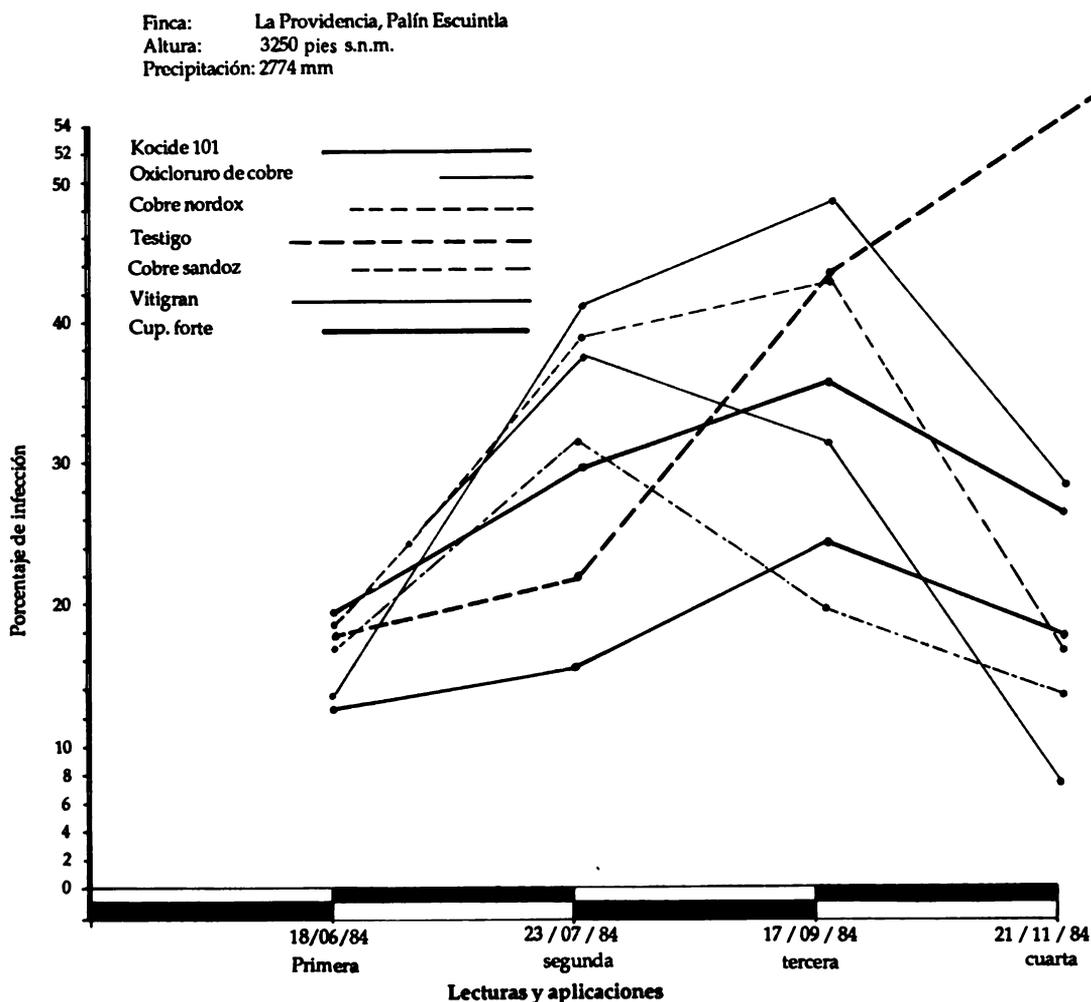
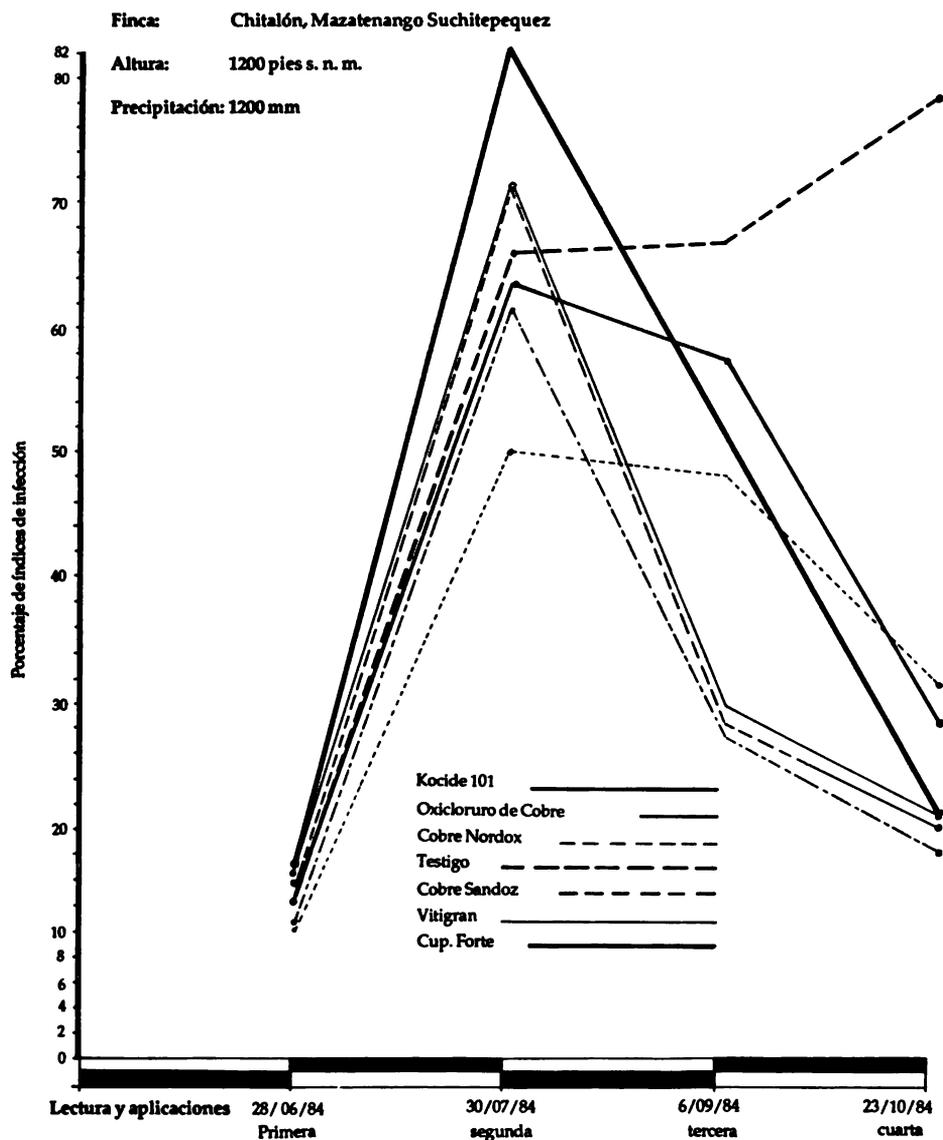


Figura 5. Evaluación de diferentes formulaciones de cobre en el control de la roya del café



Se puede concluir que en ambos lugares la curva testigo indica infección de 13,46% y 19,55% para La Providencia y Chitalón, respectivamente.

En La Providencia, los productos Kocide 101, Oxidocloruro de cobre, Cobre Nordox y Cobre Sandoz, y en Chitalón los productos Cobre Nordox, Cobre Sandoz y Oxidocloruro de cobre registraron la menor incidencia de roya.

Según el análisis de varianza y la prueba de Tuckey 1%, el Oxidocloruro de cobre fue altamente significativo en el control para el experimento en La Providencia, diferencia que no se presentó en Chitalón donde todos los fungicidas se comportaron en forma similar. Sin embargo, esta información aún es preliminar y deberá continuar al menos por dos años más.

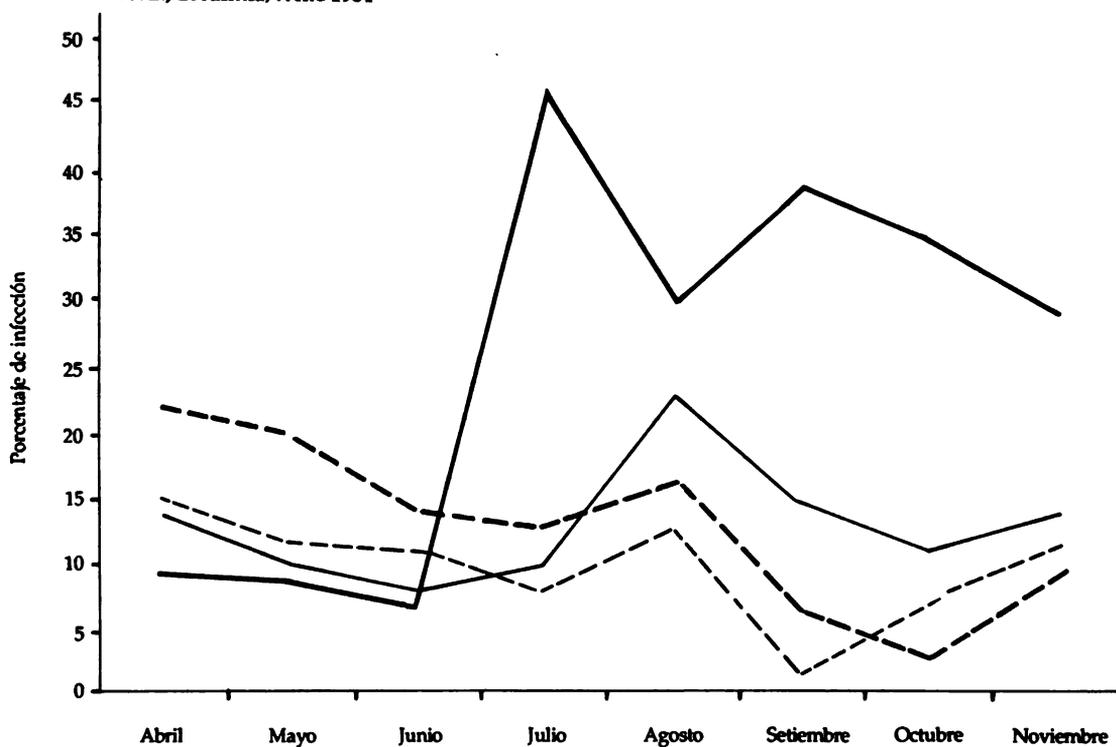
Evaluación de épocas de aplicación de Oxidloruro de cobre 50%

Se trata de determinar la mejor frecuencia de aspersión para el control de la roya, el número máximo y mínimo de aspersiones que se necesitan para controlarla y evaluar el efecto de las diferentes épocas de aspersión tanto en el comportamiento del hongo como en la producción.

Este proyecto conjunto ANACAFE/PROMECAFE también comenzó en mayo de 1984 en un lugar de la finca La Providencia. Los detalles sobre la localización, materiales, equipo, diseño experimental, tratamientos, fechas de aplicación de fungicidas se ilustran en el Cuadro 4.

Los resultados del primer año se resumen en la Figura 6 y el Cuadro A.

Figura 6. Evaluación de épocas de aplicación con oxidloruro de cobre al 50% de cobre metálico (Finca La Providencia, Palín, Escuintla) . Año 1984



Cuadro A. Promedios de infección durante setiembre-octubre y noviembre para las diferentes épocas de aplicación de Oxidloruro de cobre 50%

Tratamiento	Lecturas promedio de infección		
	Sexta	Sétima	Octava
Abril-mayo-junio y julio	1.28 a	6.90 b	10.93 a
Abril-junio y agosto	6.76 b	3.35 a	9.06 a
Abril-julio	14.61 b	10.94 b	14.68 a
Testigo	38.28 b	35.40 b	52.00 b

En conclusión, se aprecia que los mejores tratamientos son cuatro aplicaciones en abril, mayo, junio y julio y cuatro aplicaciones en abril, junio, agosto y octubre. También se observa que los tratamientos fueron altamente significativos con relación al testigo siendo las dos primeras épocas de aplicación mejores aritméticamente.

Los resultados anteriores indican que para las condiciones del experimento es posible combatir la roya con tres aplicaciones de cobre 50%.

Para el siguiente año 1985/86 todos los tratamientos registraron bajos niveles de infección, por lo cual no fue posible realizar un análisis estadístico de sus resultados.

Honduras

Evaluación de tres dosis de fungicidas cúpricos

Se trata de determinar la dosis mínima de cobre 50% necesaria para controlar la roya. Este proyecto conjunto IHCAFE/PROMECAFE comenzó en mayo de 1984 en el lugar denominado El Doratorio en San Nicolás, Santa Bárbara, a 1.150 m.s.n.m., con precipitación total registrada en 1984 de 2.100 mm.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Cobox en tres dosis: 3.0, 3.5 y 4.0 kg/ha; Kocide 101 a 2.5, 3.0 y 3.5 kg/ha; Cobre Nordox a 2.5, 3.0 y 3.5 kg/ha y el testigo sin fungicida.

El área experimental fue una plantación de café de la variedad CATURRA, de cuatro años de edad y a una densidad de siembra de 4.750 plantas/ha, manejado bajo sombra. La prueba experimental consistió en cuatro hileras adyacentes de cinco plantas cada una, tomando como parcela útil las dos hileras centrales de tres plantas por hilera, totalizando seis plantas de parcela útil. Se efectuaron cuatro aspersiones espaciadas a intervalos de 30 días entre sí. Se utilizó una bomba Cooper Pegler de presión neumática, de 10 litros de capacidad, con una descarga estimada de 300 l/ha. El Cuadro B indica por tratamiento el porcentaje de hojas con roya en julio, agosto y noviembre.

Cuadro B. Porcentaje de hojas con roya (PHR) obtenido en julio, agosto y noviembre, con los diferentes tratamientos evaluados. El Doratorio, San Nicolás, Santa Bárbara

Tratamientos	8 jul/84	24 ago/84	11 nov/84	Cosecha 1984-1985
3.0 Cobox*	21.38 ¹	14.71 ¹	10.27 ab ²	6.370 ³
3.5 Cobox	13.32 a	13.60 a	8.51 a	5.900
4.0 Cobox	19.72 a	16.38 a	7.49 a	5.980
2.5 Kocide 101	14.44 a	18.01 a	8.88 a	4.730
3.0 Kocide 101	22.49 a	29.71 a	13.33 ab	6.960
3.5 Kocide 101	21.10 a	17.21 a	10.00 ab	6.520
2.5 Nordox	19.44 a	13.60 a	11.66 ab	6.750
3.0 Nordox	15.81 a	11.93 a	13.33 ab	5.320
3.5 Nordox	12.77 a	11.66 a	7.21 a	8.930
TESTIGO	11.38 a	26.24 a	30.55 b	7.320

* Kg de producto comercial por hectárea.

¹ Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por prueba de Tuckey al nivel del 5% de probabilidad.

² Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por la prueba de Tuckey al nivel del 1% de probabilidad.

³ Producción en kg /uva por hectárea.

En conclusión, la comparación estadística de los tratamientos demostró que no hubo diferencias en el grado de control al aplicar diferentes productos y dosis. De modo preliminar se pueden recomendar los tres productos en las dosis más bajas; sin embargo, se sugieren más estudios para definir con mayor grado de precisión la dosis óptima. No se determinó diferencias entre varios porcentajes de hojas con roya y el rendimiento en kg/uva.

El Salvador

Evaluación de fungicidas y dosis en laboratorio

Se trata de evaluar en el laboratorio los fungicidas introducidos en El Salvador que pueden ser utilizados para combatir la roya del cafeto y, por otra parte, seleccionar con base en pruebas de laboratorio el o los fungicidas más efectivos con el propósito de evaluarlos posteriormente en el campo.

Este trabajo de ISIC/PROMECAFE comenzó en junio de 1983 y continuará por un período indefinido.

El diseño fue utilizado completamente al azar; los tratamientos han variado de acuerdo con el fungicida evaluado y consisten en concentraciones de los productos en un rango de 0,1 a 0,7%, establecidos según la formulación comercial de los productos.

Se evaluó a cada una de las concentraciones de dos maneras: en hojas con esporas no removidas, o en hojas con esporas removidas. Estas hojas fueron recolectadas en el campo, procurando que cada una tuviera de dos a cinco pústulas de roya con abundante esporulación.

Por cada tratamiento se pusieron dos hojas con el envés hacia arriba en cajas transparentes, con dimensiones de 18 x 15 x 9 cm, en cuyo fondo se colocó papel toalla húmedo. A cada una de ellas se les aplicó 10 ml de las concentraciones en estudio y se les dejó en incubación durante cinco días a temperatura ambiente; después se examinó cada hoja para determinar el porcentaje de inhibición de esporulación o fitotoxicidad del fungicida, caracterizada por la aparición de áreas necróticas en las hojas. La escala utilizada para medir la inhibición de la esporulación fue de 0%, 15%, 25%, 50%, 75% y 100% para las letras a, b, c, d, e y f, respectivamente.

Se han evaluado los productos Delán en dos formulaciones y el producto Coopercount 8% líquido, ambos en concentraciones que van desde 0,1 a 0,7%.

El análisis final determinó que, con el producto Delán formulación blanca, los resultados fueron superiores a los de la formulación oscura, y fueron aún más evidentes cuando las esporas fueron removidas. Asimismo, el testigo de Oxido de cobre no superó los tratamientos y siempre presentó los porcentajes más bajos de inhibición. El Coopercount 8% presentó, con esporas sin remover, datos irregulares. En hojas con esporas removidas el testigo presentó una inhibición más alta.

Evaluación de campo de tres formulaciones de cobre 50%

Esta evaluación tenía como objetivo comparar en el campo el comportamiento de los fungicidas cúpricos 50% en forma de oxiclورو, hidróxido y óxido cuproso, para determinar tanto la formulación de cobre 50% más efectiva como los contenidos de cobre y plomo en muestras de fungicidas y residuos en granos de café.

Este proyecto conjunto ISIC/PROMECAFE se inició en junio de 1983 en la finca Normandía, Nuevo Cuscatlán, Departamento La Libertad, a 900 m.s.n.m., en cafetos variedad Bourbon plantados desde hace 25 años, 1.25 x 2.5 m, podados en parras y bajo sombra regulada de *Inga* spp. El diseño empleado es el de bloques al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos consistentes en tres aspersiones durante la época lluviosa (julio-agosto-octubre) de los productos y dosis siguientes: para Cobox (50%), Vitigran (50%), Recop (50%) y Cupravit (50%) se utiliza una dosis de 50%; y para Kocide 101 (50%), Cobre Sandoz (50%) y Cobre Nordox (50%) una dosis de 35 %.

En lo que se refiere a los resultados, las Figuras 7 y 8, así como el Cuadro C, muestran gráficamente los porcentajes de hojas infectadas por roya en cada uno de los tratamientos, los que se comportaron en forma similar entre sí, diferenciándose significativamente del testigo según la prueba de Duncan al 5%.

En cuanto a la producción, en el primer año de estudio no se encontró diferencia notable entre los distintos tratamientos. Probablemente y de acuerdo con la naturaleza del cultivo, el efecto del control se reflejará en años posteriores.

El contenido de plomo encontrado en muestras de fungicidas evaluados osciló entre 280 y 4.600 ppm; y el de cobre metálico entre 49,2 y 52,2%, no obstante que la información del producto indica un contenido de 50% de cobre metálico. En los granos, el contenido de plomo se considera bajo, con una variación de 0.0 a 0.8 ppm y el de cobre de 13.7 a 18.6 ppm (Cuadro D).

Las conclusiones evidencian lo siguiente:

- Los resultados del primer año confirman que fungicidas cúpricos formulados ya sea como óxidos, oxiclорuro o hidróxidos, aplicados en dosis y épocas adecuadas, ejercen un control satisfactorio de la roya del café.
- En el caso de los óxidos (Cobre Sandoz y Cobre Nordox) e hidróxidos (Kocide 101), es posible reducir las dosis y obtener resultados similares a los que se alcanzan con oxiclорuros en dosis mayores.
- Se corrobora también el hecho de que las distintas formulaciones contienen cantidades variables de plomo que no necesariamente guardan relación con los contenidos detectados en los granos.

Cuadro C. Número promedio de pústulas por hoja infectada con roya del café, bajo aplicaciones de tres formulaciones de cobre 50% metálico en julio, agosto y octubre. Finca Normandía, Nueva San Salvador. La Libertad ^a

Tratamientos	Febrero 1984	Marzo 1984	Promedio Noviembre 1983-Marzo 1984
A	1.76 a	1.58 a	1.67 a
B	1.74 a	1.62 ab	1.69 a
C	1.75 a	1.62 ab	1.66 a
D	1.76 a	1.57 a	1.65 a
E	1.72 a	1.72 bc	1.78 ab
F	1.69 a	1.60 ab	1.69 a
G	1.78 a	1.59 ab	1.72 a
H	1.97 b	1.79 c	1.89 b

^a Transformación $\sqrt{x+1}$. Medias con igual letra no difieren entre sí según prueba de Duncan al 5%.

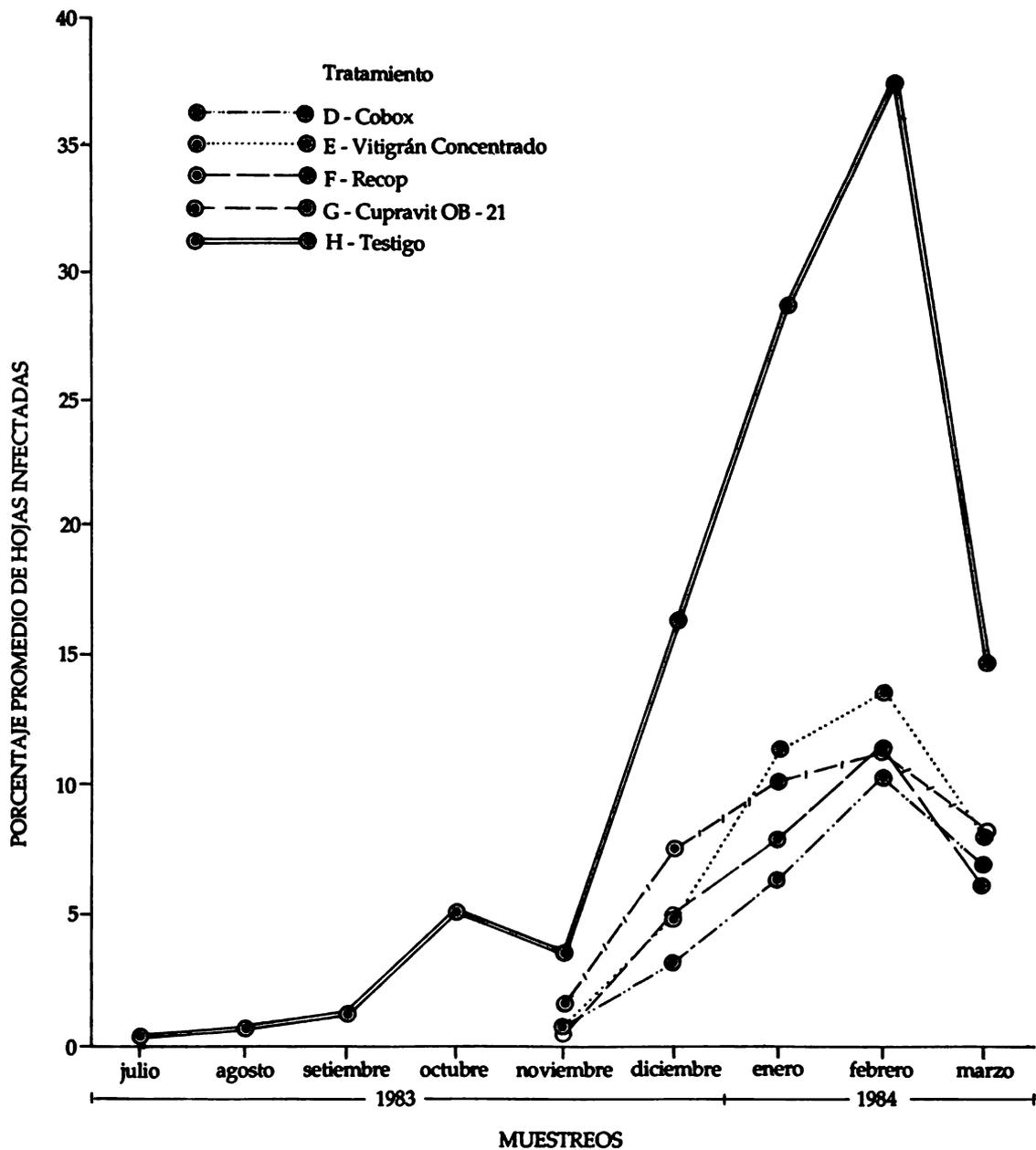


Figura 7. Efectos de fungicidas cúpricos con 50% de cobre metálico, asperjados en julio, agosto, y octubre, en el porcentaje promedio de hojas infectadas con roya del café. Finca Normandía, Nuevo Cuscatlán, La Libertad. De julio de 1983 a marzo de 1984

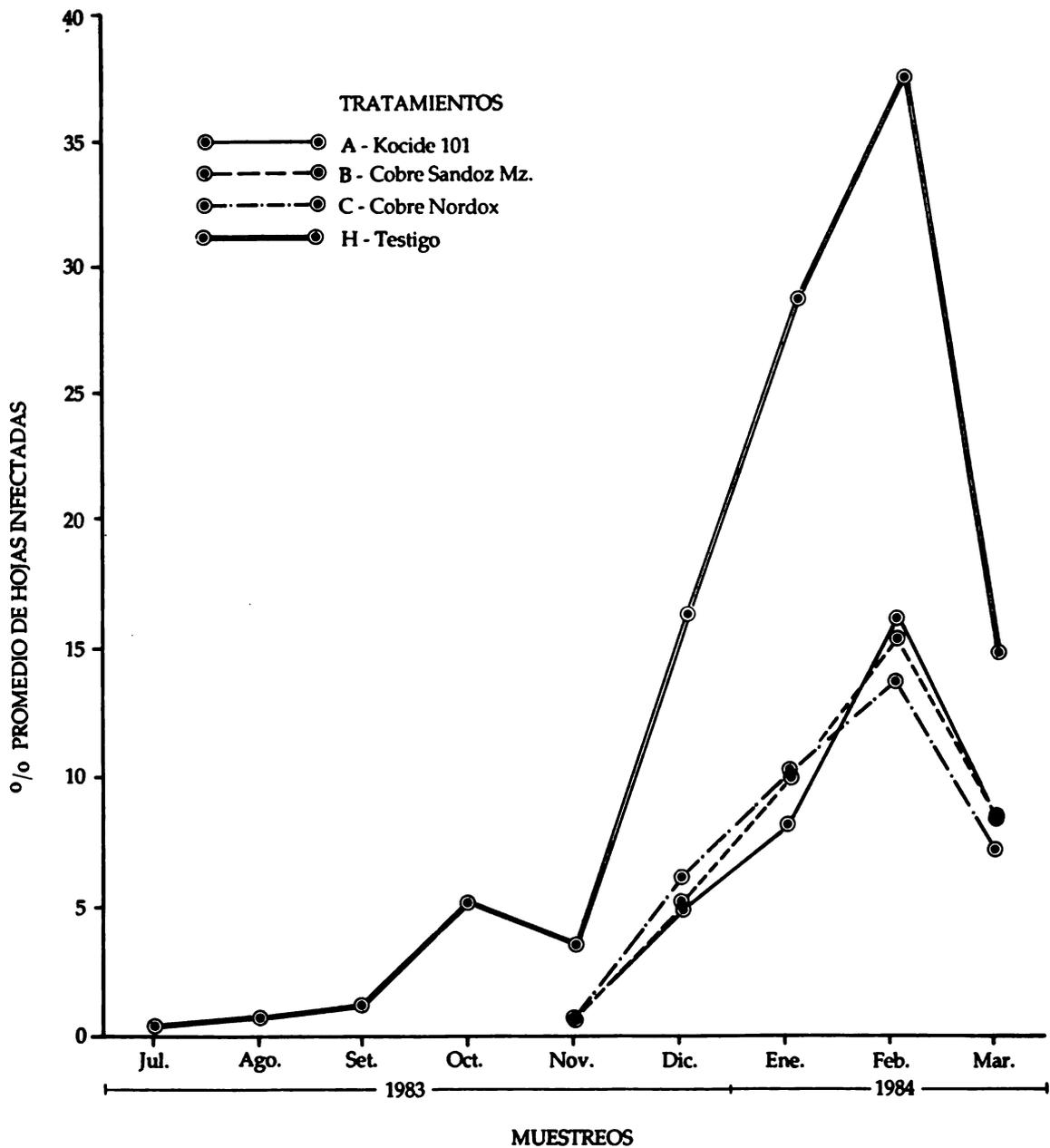


Figura 8. Efectos de fungicidas cúpricos con 50 % de cobre metálico, asperjados en julio, agosto y octubre, en el porcentaje promedio de hojas infectadas con roya del café. Finca Normandía, Nuevo Cuscatlán, La Libertad. De julio de 1983 a marzo de 1984

Cuadro D. Contenidos de plomo (Pb) y cobre (Cu) en ppm, en muestras de tres formulaciones de cobre 50% metálico y en granos de café oro molido sin tostar, después de tres aspersiones en julio, agosto y octubre. Finca Normandía, Nueva Salvador. Cosecha 1984 / 1985

Tratamientos		Plomo ppm		Cobre	
		Fungicida	Grano	Fungicida(%)	Grano (ppm)
A	Kocide 101	280	0.80	50,0	16.3
B	Cobre Sandoz	4.600	0.00	50,0	13.7
C	Cobre Nordox	1.700	0.48	52,0	15.2
D	Cobox	3.000	0.00	52,2	16.3
E	Vitigran concentrado	320	0.31	51,2	18.6
F	Recop	1.320	0.00	51,0	14.7
G	Cupravit OB-21	340	0.64	49,02	15.8
H	Testigo		0.31	0,0	16.9

El experimento que se realizó durante 1983/1984 se repitió en el año 1984/85, con el fin de obtener más datos. Los niveles de infección que se registraron en 1984/85 fueron más bajos al compararlos con los del año anterior (1983/84). Debido a que los datos necesitan un análisis estadístico, los resultados de las cosechas no están disponibles todavía.

Frecuencia de aplicación de fungicidas cúpricos

Con el objetivo de encontrar la mejor frecuencia de aplicación con hidróxido de cobre 50% CM, se desarrolló el presente estudio de junio de 1983 a junio de 1984. El experimento fue ubicado en la finca La Madrid, Departamento de Santa Ana, a 946 m.s.n.m., en un cafetal del cultivar 'Bourbon', sembrado a 2 x 2 m y podado en parras, sombreado por árboles de *Inga* spp.

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos; la unidad experimental constó de 40 plantas, siendo efectivas las seis centrales.

Los tratamientos consistieron en aspersiones con hidróxido de cobre 50% CM (Kocide 101), a una tasa de aplicación de 0,35% (3.5 g/l), de acuerdo con los programas que se ilustran en la página siguiente.

Para evaluar los tratamientos, se determinó mensualmente el porcentaje de hojas enfermas y el promedio de pústulas por hoja.

Los resultados correspondientes a los porcentajes de hojas enfermas y pústulas por hoja se muestran en las Figuras 9 y 10. Evidencian que durante la época lluviosa (junio-octubre) no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que para la época seca (noviembre-abril), éstas fueron notorias entre los diferentes tratamientos, presentando el menor porcentaje de hojas enfermas los programas con cuatro y tres aspersiones, diferenciándose

JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	
JUNIO	JULIO	AGOSTO		
JUNIO	JULIO			
JUNIO				
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
		AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE
JUNIO				OCTUBRE
TESTIGO				

significativamente de los tratamientos con dos aplicaciones. Los programas con tres aspersiones han sido a su vez bastante iguales a los de dos aplicaciones, y el tratamiento con una aspersión fue notablemente igual al testigo.

El promedio anual de hojas enfermas demostró que el menor porcentaje ocurrió en el programa con cuatro aplicaciones: junio, julio, agosto y setiembre, apartándose de esta forma del programa con tres aplicaciones en agosto, setiembre y octubre, de los de dos y de una aspersión y del testigo. No así del otro programa con cuatro aspersiones (julio, agosto, setiembre, octubre) y de los de tres aspersiones en junio, agosto, octubre y en julio, agosto, setiembre; éstos últimos a su vez fueron iguales a los de dos aspersiones y el tratamiento con una aspersión fue igual al testigo.

Asimismo, se observó que en los meses de junio, julio, agosto y setiembre existió el mayor número de días de lluvia, lo que permitió detectar una correlación negativa y altamente significativa entre ésta y el porcentaje de hojas enfermas ($r = -0.850$) (Figura 11).

En conclusión, los datos recolectados durante los últimos dos años en El Salvador revelan que sería factible controlar la roya con menos de 3.0 kg/ha por aplicación de cobre 50% CM con dos o tres aspersiones.

Evaluación de campo de tres formulaciones de cobre 50 % CM para combatir la roya del café en altura en El Salvador

El presente trabajo se llevó a cabo de junio de 1984 a febrero de 1987, con el objetivo de evaluar en el campo tres formulaciones de cobre metálico 50% en forma de oxocloruro, óxido cuproso e hidróxido de cobre en una zona considerada en El Salvador como de altura con el fin de obtener la formulación cúprica más efectiva en el control de la roya del café, determinar sus efectos en la producción y posibles contenidos de cobre y plomo en granos de café.

El ensayo se encuentra ubicado en la finca Los Angeles, Cantón Taltapanca, Apaneca, Departamento de Ahuachapán, a 1 200 m.s.n.m., con un promedio anual de precipitación de 2.167 mm y promedios anuales de temperatura máxima de 25.4° C y mínima de 15.2° C, en cafetos cultivar 'Bourbon' plantados a 1.67 m x 1.25 m, podados en verticales múltiples y bajo sombra manejada de *Ingas* spp, con árboles de copalchí (*Croton reflexifolius*) como cortina rompevientos. El diseño experimental es el de bloques al azar con seis repeticiones y ocho tratamientos consistentes en tres aspersiones durante la época lluviosa: junio, julio y agosto; y en el testigo relativo (recomendación oficial) en junio, agosto y octubre.

Los tratamientos fueron Kocide 101, Cobre Sandoz, Cobre Nordox del 50% en dosis de 0,35% y Cobox, Vitigran concentrado, Cupravit y Recop del 50% en dosis de 0,50%.

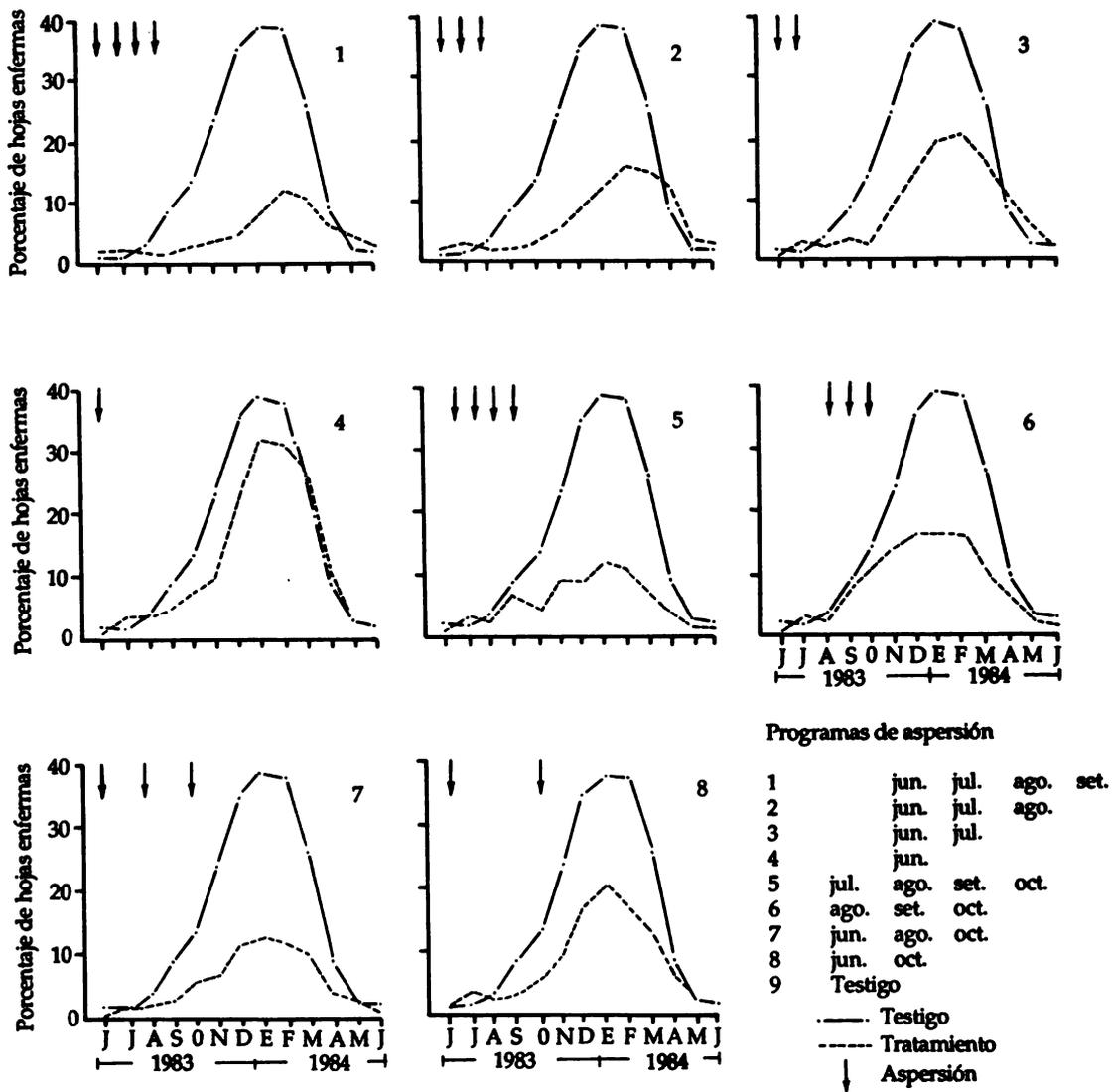
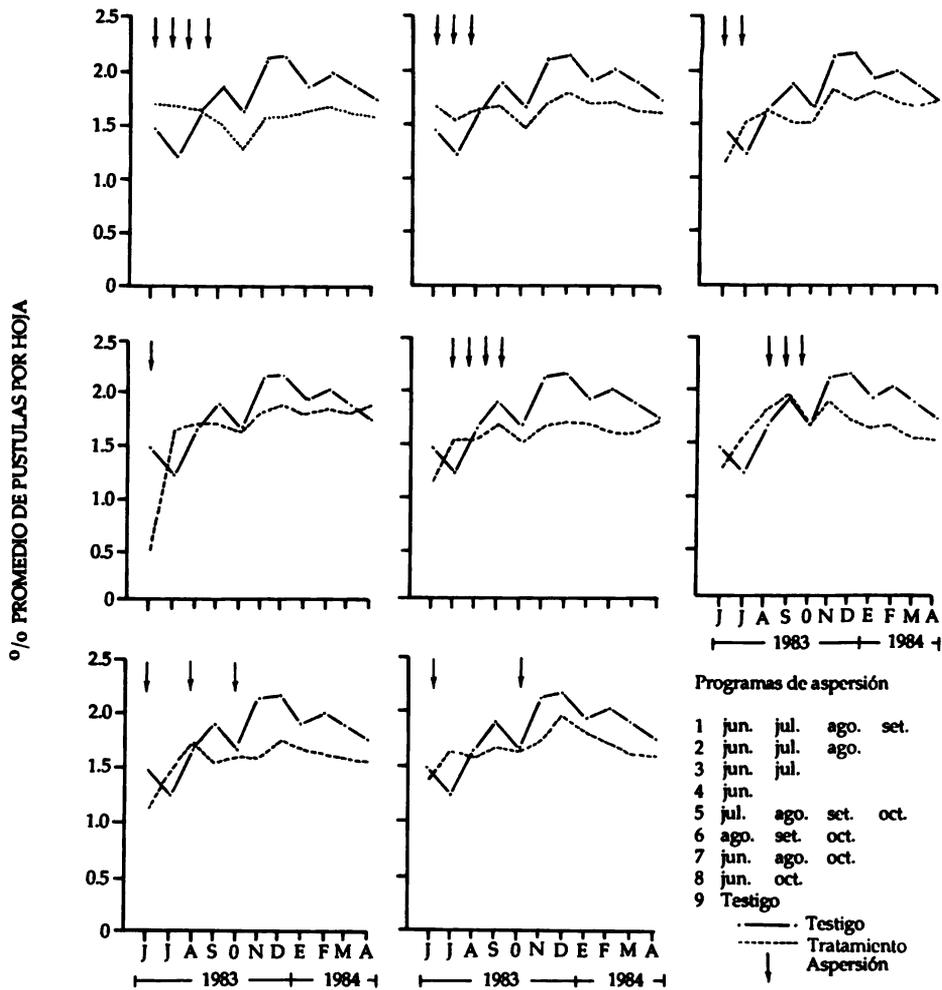


Figura 9. Efecto de los programas de aspersión con hidróxido de cobre 50 % C.M. en el porcentaje mensual de hojas enfermas. Finca La Madrid, Santa Ana . De junio de 1983 a junio de 1984, 946 m.s.n.m.

Figura 10. Efecto de los programas de aspersión con hidróxido de cobre 50% CM a una concentración del 0.35% en el promedio mensual de pústulas por hoja, en la Finca La Madrid, a 946 m.s.n.m., Santa Ana, de junio de 1983 a abril de 1984



Cada unidad experimental consta de 20 cafetos con una borda común entre parcelas, siendo los efectivos los seis centrales, en los que se determina el efecto de los tratamientos a través de la incidencia (porcentaje de hojas infectadas) y la severidad (número promedio de pústulas por hoja infectada). Al principio se aplica solamente en el testigo absoluto, con una generalización al resto de tratamientos a medida que la incidencia aumenta, para lo cual se toman al azar cuatro ramas por cafeto, una por rumbo cardinal y considerando tres bandolas: distal, media y proximal con relación al tallo principal. Las aspersiones se realizan con equipo motorizado de espalda y se determinan, previa calibración, los volúmenes de agua a utilizar para calcular la cantidad de fungicida necesaria para obtener la concentración requerida, sin adicionar ningún tipo de coadyuvante a la mezcla fungicida.

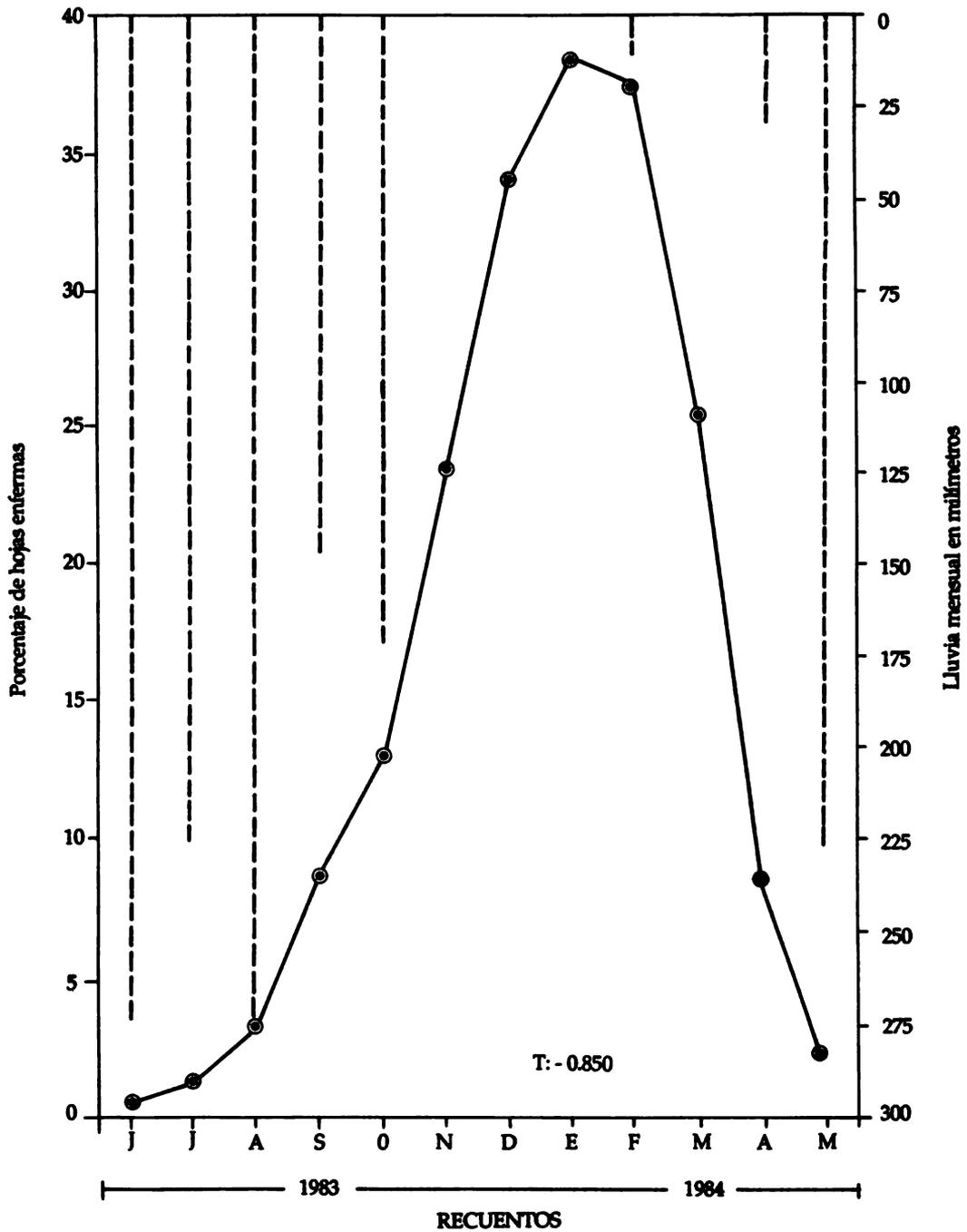
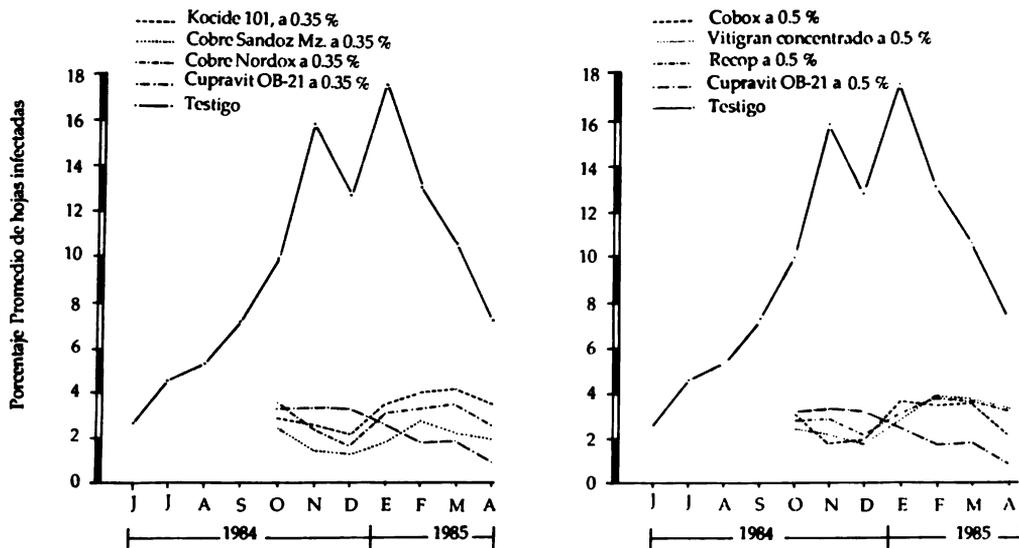


Figura 11. Comportamiento de la roya del cafeto y precipitación pluvial mensual en milímetros en la finca La Madrid (946 m.s.n.m.), Departamento de Santa Ana, desde junio de 1983 hasta mayo de 1984

Figura 12 y 13. Efecto de 3 fuentes de cobre 50% metálico, asperjados en la época lluviosa (junio-julio-agosto) en porcentaje de hojas infectadas con roya del café. Finca Los Angeles, Apaneca, de junio de 1984 a abril de 1985



Los resultados evidenciaron que hasta octubre de 1984, la incidencia de la enfermedad se mantuvo baja, alcanzando en el testigo 9,8% de hojas infestadas; la mayor incidencia ocurrió en enero de 1985 con 17,37% en el testigo, como promedio de seis réplicas. Todos los tratamientos se mantuvieron inferior al 5% de infección (Figuras 12 y 13). Con relación a la severidad, el testigo absoluto siempre resultó con mayor número de pústulas por hoja infectada en comparación con el resto de los tratamientos, aun sin disponer todavía del análisis estadístico de los datos. Por este motivo, la producción del primer año no refleja aún la posible influencia de los tratamientos en estudio.

Los resultados hasta ahora obtenidos siguen señalando que los fungicidas protectores de cobre ejercen buen control de la roya del café cuando son aplicados en dosis adecuadas y en épocas oportunas; con la posibilidad de reducir las dosis cuando se utilizan óxidos y algunos hidróxidos.

Evaluación de tres fungicidas sistémicos, aplicados solos y alternados con Oxiclورو de cobre 50% CM

El presente trabajo se está realizando con la finalidad de evaluar la eficacia de los productos sistémicos Bayletón, Sicarol y Tilt solos o alternados con oxicluros de cobre 50% CM, cuando se presentan índices iguales o mayores al 20% de infección.

El estudio está instalado en la cooperativa del sector reformado El Espino, Antiguo Cuscatlán, Departamento de La Libertad, a una altura de 946 m.s.n.m., en un cafetal podado dentro del sistema de parras, con una distancia de 2.5 x 2.5 m entre plantas y bajo sombra de *Inga* spp.

El diseño experimental utilizado es el de bloques al azar, con nueve tratamientos y seis repeticiones; la unidad experimental está constituida por 20 plantas, donde las centrales son

las efectivas. Las dosis de los productos evaluados son: Bayletón 25% PM - 1 l/ha, Sicarol 15% 4 l/ha, Tilt 250% WP - 0.7 l/ha y Cobox 50% CuM (INCAFE) 3.5 kg/ha.

Los productos fueron aplicados solos, o en combinación con Cobox 50%, según se indica en el Cuadro 5.

Los resultados fueron los siguientes: en los muestreos sucesivos realizados de octubre de 1984 hasta marzo de 1985, se observa que los índices de infección en los tratamientos asperjados una sola vez con los productos sistémicos tendieron a incrementarse hasta el mes de febrero, luego bajaron en el siguiente mes. En los tratamientos en que se realizó una segunda aplicación de Cobox, seis semanas después de su aplicación se observó que los índices disminuyeron durante los meses de noviembre y diciembre, luego se incrementaron durante los meses de enero y febrero de 1985, para luego volver a disminuir en marzo. Los tratamientos tomados como testigos relativos (tratamientos 7 y 8) presentaron bajos índices de infección hasta diciembre de 1985, luego tendieron a aumentar hasta febrero de 1986, para luego descender nuevamente en el mes de marzo.

Se puede concluir que:

- Con una sola aplicación de fungicida sistémico como Bayletón, Sicarol y Tilt no se puede combatir efectivamente la roya.
- Debido a los altos precios de los fungicidas sistémicos, los caficultores no pueden pagar el valor que significa dos aplicaciones de fungicidas sistémicos.
- El Cobre 50% CM, mucho más barato, aplicado en el momento preciso controla la roya de manera efectiva.

Capacitación y divulgación

Con la participación del Dr. Zía Javed, especialista de PROMECAFE, con sede en El Salvador, se realizaron mediante varias actividades la capacitación formal de técnicos nacionales en biología, epidemiología y control de la roya.

El Cuadro 6 resume esta actividad por país, tema y participantes; se puede observar que aproximadamente 500 personas asistieron a los eventos. La mayor parte contó con expositores de alto nivel académico entre los cuales cabe señalar:

Dr. Raúl Müller, fitopatólogo, CIRAD/IRCC, Francia
Dr. A.C. Kushalapa, fitopatólogo, Univ. De Viçosa, Brasil
Dra. Vilma Castro de León
Ing. Oscar E. Rojas, climatólogo, IICA, Costa Rica
Dra. Raisa Marisol Ruiz, MIDA, Panamá
Dr. Gelio Gúzman ..., El Salvador
Dr. Leonel Ibarra, biometrista, IICA, Honduras
Dr. Alberto Honda, Jacto, Brasil
Ing. Akira Kera, Jacto, Brasil
Dr. Myron Shenk, malezólogo, EE.UU.
Dra. Ruth Calderón, CENTA, El Salvador

Como labor complementaria de la actividad regional se han editado varias Memorias de las cuales se han publicado las siguientes:

- Memoria sobre la Primera Reunión Regional sobre el Control de la Roya del Cafeto. 1984. Series Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos N° 353.

- Memoria del Taller Regional sobre Epidemiología de la Roya del Cafeto. 1985. Series Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos N° 354.
- Memoria del Curso Internacional sobre Agroclimatología. 1985. Series Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos.
- Memoria de la Segunda Reunión Regional sobre Control de la Roya del Cafeto. 1985. Series Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos N° 367.
- Memoria del Curso Regional sobre el Control de Residuos de Plaguicidas en Café. 1985. Serie de Publicaciones Misceláneas N° AI/SV-86-004.
- Memoria de la Tercera Reunión Regional sobre el Control de la Roya del Cafeto. 1986.

Definición de metodologías

De la realización de los trabajos de investigación, del análisis de las conclusiones de las Reuniones Regionales con los técnicos nacionales y de las experiencias de otros investigadores, se desarrollaron varias metodologías que sirven para unificar criterios de evaluación. A continuación se ilustran dos metodologías representativas:

Metodología para medir el desarrollo de la roya en una plantación de café*

INDICADORES	ACTIVIDADES DE MEDICION
Incidencia y severidad	<ul style="list-style-type: none"> • Selección al azar de 10 árboles, cuatro bandolas por árbol en cada punto cardinal y a dos alturas: inferior y superior. • Lecturas en los primeros cinco pares de hojas a intervalos de tres semanas en función de la <i>incidencia</i> (porcentaje de hojas infestadas) y la <i>severidad</i> (número total de pústulas y promedio de pústulas por hoja).
Progreso de la infección	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de 20 árboles. • Lectura de 50 a 70 hojas por árbol, 10 en cada rumbo, por estrato: superior, medio e inferior. • Número de hojas infestadas, número total de pústulas, promedio de pústulas por hoja y por área foliar.
Determinación del período de incubación	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de uno o dos árboles por parcela, 20 bandolas por árbol (cinco por estrato) en los puntos cardinales. De testigo se pondrán cinco ramas sin inocular. • Inoculación mensual de una planta de vivero para control. • Primera lectura a los 20 días, hasta determinar el 50% de respuesta. • Análisis foliares a los primero, segundo y tercer par de hojas. • Se determina el período de infección, la viabilidad de las esporas, el tamaño de las lesiones y la defoliación de la planta.
Area foliar promedio por planta	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de árboles distribuidos en la parcela, cuatro bandolas por estrato (12 en total). • Lecturas mensuales: número total de hojas para obtener el promedio por bandola. • Número total de bandolas por planta, multiplicado por $k = 57.32$ cm y dividido por 10.000 que da el área foliar promedio por plantas en cm^2.
Evaluación de variables climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la humedad relativa, la temperatura, la humedad de la hoja, la precipitación y la radiación.
Análisis foliar	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis nutricional de 40 hojas del primero, segundo y tercer par. • Dos muestreos por año: al inicio de las lluvias y de la estación seca.

* Selección de un cafetal típico de la región de unos 700 m², distancia de siembra y sombra uniforme.

Metodología para evaluar en el campo la acción de los fungicidas en el combate de la roya del cafeto

INDICADORES	ACTIVIDADES DE MEDICION
Evaluación	<ul style="list-style-type: none">• Frecuencia de aplicaciones.• Dosis.• Relación con otras prácticas del cultivo.
Diseño experimental	<ul style="list-style-type: none">• Seleccionar una manzana (0.7 ha) de cafetales con distancia de siembra y sombra semejante. Repetir cada tratamiento un mínimo de cuatro veces. Procurar que cada parcela experimental conste de 20 a 25 árboles (5 x 4 ó 5 x 5) de los cuales se observan seis o nueve árboles interiores.
Registros	<ul style="list-style-type: none">• Se toman mensualmente al azar 60 ó 70 hojas por árbol a varios niveles interiores y exteriores. Se realiza el muestreo por planta por el método modificado del cuadrante, o marcando ramas donde se registra la infección de cinco o seis pares de hojas.
Análisis de residuos	<ul style="list-style-type: none">• Se toman muestras de café limpios de cada aspersión y de cada tratamiento.

Conclusiones generales

La roya del cafeto se ha esparcido por más del 80% de las áreas cafetaleras de El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, y con el tiempo se espera que se propague a todas las áreas cafetaleras de Centroamérica.

Normalmente, los diez primeros años con roya no presentan grandes dificultades debido a que esta plaga necesita, dependiendo de la topografía, propagarse uniformemente a todas las áreas y alcanzar niveles no menores de 50% de infección para que pueda afectar la producción. Algunas áreas de cada país centroamericano podrían ya estar afectados por la roya. Sin embargo, un buen control será imposible si no se tiene suficiente información sobre lo siguiente:

- Sistema de poda para ayudar a combatir la roya.
- Una tecnología apropiada de aplicación de plaguicidas.
- Aumento de la producción para poder compensar el costo del control químico.
- Capacitación de personal nacional en el control de la roya.

La difícil topografía de América Central implica que las plantas no pueden asperjarse fácil y correctamente, por ello, el control será errático y no tan eficaz como previsto. No hay duda de que la roya es una enfermedad peligrosa, aunque actualmente puede combatirse con éxito por la gran experiencia acumulada por otros países y la tecnología disponible. En efecto, durante estos últimos años los países cafetaleros, con la ayuda económica de la agencia AID/ROCAP, han desplegado esfuerzos para conocer la enfermedad y aprender a combatirla eficientemente.

Este proyecto permitió, en el campo de la *biología y epidemiología de la roya*, concretar una metodología para conocer la relación planta/medio ambiente sobre el desarrollo de la enfermedad, con el fin de programar medidas efectivas. Sin embargo, estos trabajos exigen más tiempo, pues aún no se han podido seleccionar las zonas donde se requiere poco o ningún fungicida para combatir la roya.

El Salvador, Honduras y Guatemala son los países más adelantados en esta investigación y los conocimientos adquiridos deben llevarse a toda la región. En general, se ha creado una infraestructura tanto técnico-científica como física, ya que existe en los países un personal debidamente capacitado y un equipo meteorológico idóneo para esa tarea.

Por otra parte, en lo que se refiere al *control químico de la roya*, se ha demostrado ampliamente el efecto protector de los fungicidas a base de cobre cuando son aplicados en dosis adecuadas y en épocas oportunas.

El uso de productos sistémicos debe ser estudiado mejor, ya que el costo limita su uso, sobre todo cuando se requieren más de dos aplicaciones para lograr un control eficiente de la enfermedad. Asimismo, las dosis de 4 kg/ha de fungicidas de cobre del 50% CM son adecuadas para el control de la roya. Estas dosis podrían reducirse con formulaciones de óxidos e hidróxidos, que en estudios realizados han demostrado ser más eficientes.

Tanto en El Salvador como en Honduras y Guatemala se ha logrado reducir el número de aspersiones de fungicidas de cobre de seis a tres, con resultados semejantes.

Anexo

Cuadro 1. Períodos de incubación de *Hemileia vastatrix* Berk & Br. en plantas adultas con sus respectivos índices climáticos. Finca Magallanes, Departamento de La Libertad (465 m.s.n.m.) de mayo de 1984 a septiembre de 1985

Fecha	Duración/días		Temperatura promedio °C		Hojas de mojadura	Hojas con H.R.* 85-100 %	G-Cal/cm ² / minuto radiación	Lluvia mm	Nº de días con lluvia
	Primera esporulación	síntomas de 50%	Día	Noche					
May 29	29	33					271.7	27	
Jul 1º									
Jul 3									
Ago 3	28	31	82.2	21.7	632	514	1.2	446	21
Ago 14									
Set 10	20	27	27.8	21.7	518	466	1.1	325.1	22
Set 19									
Oct 18	26	29	27.7	22	268	510	1.0	236.7	12
Oct 16									
Nov 14	23	29	26.71	19.68	70		0.97	81.6	9
Nov 20									
Ene 4	35	45	25.6	17.5	14		0.76	0.5	1
Dic 17									
Ene 28	32	42	24.4	15.3	0		0.88	0	0
Ene 16	46					358		1.6	2
Mar 4									
Mar 5							379		13
May 5	61		28.6	19.8	86	585			
May 14	34						108.5		21
Jun 17		42	26.6	20.16	128	395			
Jul 2									
Jul 22	20	27	26.9	18.9	204	279		262.8	15
Jul 30									
Ago 19	20	27	26.5	18.8	220	299		242	16
Set 3									
Set 23	20	27	25.5	19.3	240	318		216.8	13

* H.R.: Humedad relativa.

Cuadro 2. Incidencia de la roya del cafeto expresada en porcentajes, severidad en total de pústulas y área esporulante en cm². Finca Magallanes, Departamento de La Libertad (465 m.s.n.m.) de mayo de 1984 a setiembre de 1985

Fecha	Incidencia 40 hojas/planta Porcentaje	Severidad total de pústulas	Inóculo Cm ²
26.05.84	20,50	391	58.17
27.06.84	0,00	0	0.00
25.07.84	4,75	75	10.91
27.08.84	4,50	76	15.56
20.09.84	5,30	88	17.22
17.10.84	7,75	122	25.94
19.11.84	12,50	206	47.52
11.12.84	21,00	361	70.40
15.01.85	27,25	387	105.00
12.02.85	20,25	243	105.50
16.03.85	9,60	192	42.13
19.04.85	7,00	100	26.60
20.05.85	0,62	72	2.50
18.06.85	—	—	—
17.07.85	—	—	—
15.08.85	—	—	—
18.09.85	1,00	3.1	2.80

Cuadro 3. Detalle por experimento de fungicidas, dosis, épocas de aplicación, equipo y diseño experimental utilizados en los experimentos de Guatemala

	LA PROVIDENCIA	CHITALON
Descripción del área	Plana, 'Bourbon' de 15 años a 2 x 1 x 1 m. Área foliar 9 m ² 40% de sombra con 4.585 árboles/ha.	Plana, 'Caturra' de 8 años a 1.5 x 1 m. Área foliar 12 m ² 40% de sombra con Ingas 4.666 árboles/ha.
Porcentaje inicial de infección	± 12%	± 15%
Diseño	Siete tratamientos, bloques al azar 12 plantas/parcela seis plantas efectivas.	
Tratamientos	Oxido cuproso Oxícloruro Oxícloruro Oxidocuproso Hidróxido cuproso Oxícloruro Testigo	Cobre Sandoz Oxícloruro de Cobre Cupravít Forte Cobre Nordox Kocide 101 Vitigran azul 3.5 g/litro 5.0 g/litro 5.0 g/litro 3.0 g/litro 3.5 g/litro 5.0 g/litro
Épocas de aplicación	18.06.84, 23.07.84, 17.09.84 y 21.11.84	
Cantidad de agua	1.666 l/ha	1.666 l/ha
Variables a medir	Porcentaje infección = $\frac{N^{\circ} \text{hojas enfermas} \times 100}{N^{\circ} \text{total hojas}}$ Cosecha en café cereza	

Cuadro 4. Detalle de la localización, materiales, equipo, diseño experimental, tratamientos y fechas de aplicación utilizados en la Finca La Providencia para determinar épocas de aplicación de Oxidloruro de cobre 50% en Guatemala

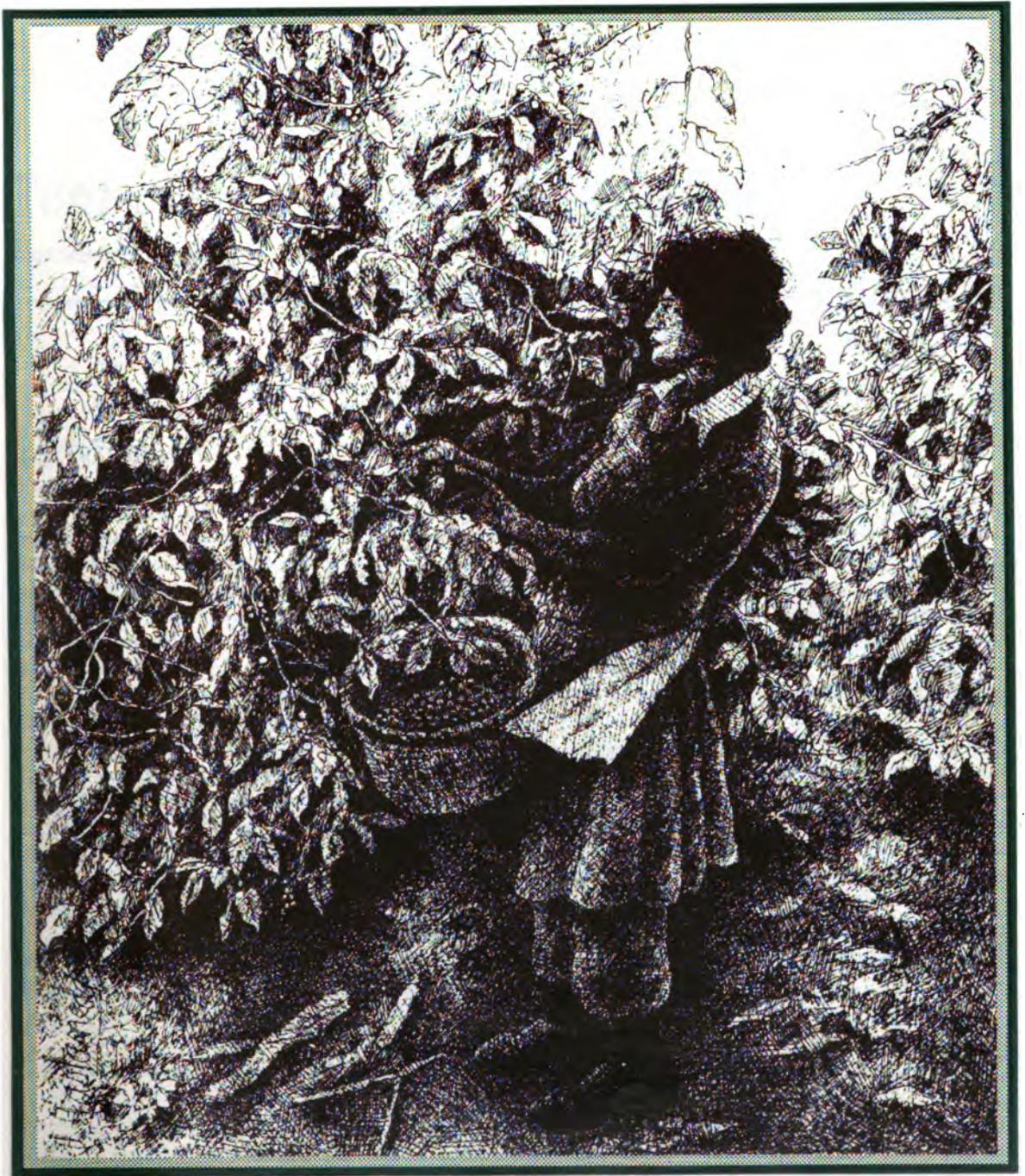
Descripción del área	Finca La Providencia, Escuintla, 990 m.s.n.m.; 2.764mm, Variedad Caturra de 13 años.
Fungicida utilizado	Oxidloruro de cobre 50%. Cupravit Forte (6.0 kg/ha) aplicado con bomba atomizadora de espalda a motor a volumen medio.
Diseño estadístico	Cuadrado Latino 4 x 4 (4 repeticiones y 4 tratamientos) parcelas de 16 plantas, 8 efectivas.
Tratamientos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abril, mayo, junio, julio. 2. Abril, junio, agosto, octubre. 3. Abril, julio y octubre. 4. Testigo.

Cuadro 5. Porcentaje promedio de hojas enfermas después de aplicaciones con los insecticidas sistémicos Bayletón, Sicarol y Tilt, aplicados solos o alternados con Cobox 50%, Finca El Espino, Antiguo Cuscatlán. 1984-1985

Tratamientos	Dosis	1984							1985		
		Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1 Bayletón (una sola aplic.)	1 kg/ha	5.90	9.47	12.55	20.64	26.13	25.79	24.79	34.00	33.11	12.74
2 Sicarol (una sola aplic.)	4 l/ha	6.83	9.47	11.39	19.05	21.09	18.89	21.70	32.48	35.38	13.13
3 Tilt (una sola aplic.)	0.7 l/ha	6.25	10.77	12.78	20.99	23.45	23.15	22.27	29.70	34.07	22.90
4 Bayletón 1a. aplic. Cobox 6 semanas después	1 kg/ha	6.48	8.87	12.69	19.05	20.88	18.73	15.29	26.18	32.47	9.22
	3.5 kg/ha										
5 Sicarol 1a. aplic. Cobox 6 semanas después	4 l/ha	6.83	7.30	10.41	18.55	21.67	17.74	18.31	34.01	33.52	11.21
	3.5 kg/ha										
6 Tilt 1a. aplicación Cobox 6 semanas después	0.7 l/ha	6.18	7.05	13.98	21.38	28.61	23.59	22.72	28.74	30.54	9.82
	3.5 kg/ha										
7 Bayletón en agosto Cobox en octubre (testigo relativo)	1 kg/ha	7.18	8.71	14.54	18.74	18.80	15.40	19.47	29.13	30.11	10.03
	3.5 kg/ha										
8 Cobox en junio, agosto, octubre (testigo relativo)	3.5 kg/ha	9.68	13.50	13.11	16.11	21.23	17.32	19.93	31.53	31.08	12.16
9 Testigo sin aplicación	—	7.89	9.22	15.44	21.15	25.72	30.72	32.37	36.86	35.46	12.76

Cuadro 6. Actividad de capacitación. Biología, epidemiología y control de la roya del café

Fecha	Lugar	Tema	Asistentes
27 feb-2 mar/84	El Salvador	I Reunión Regional sobre Control de Roya del Café	43 delegados de los países
3-9 jun/84	Panamá	Seminario La Roya y su Control	50 técnicos del MIDA
2-5 jul/84	Rep. Dom.	Seminario Uso, Manejo y Calibración de Equipos	26 técnicos del SEA
19-25 ago/84	El Salvador	Capacitación en Servicio, Epidemiología y Control Químico	4 técnicos del MIDINRA, Nicaragua
7-9 nov/84	Guatemala	Taller Regional sobre Epidemiología de la Roya	86 delegados de los países
24-28 jun/85	El Salvador	Curso Regional sobre Agroclimatología	28 delegados de los países
19-23 ago/85	Honduras	II Reunión Regional sobre Control de la Roya	33 delegados de los países
11-22 nov/85	El Salvador	Curso Integracional sobre Tecnología de Aplicación de Agroquímicos	58 delegados de los países
5-9 may/86	Panamá	III Reunión Regional sobre Control de la Roya	60 delegados
28 jul-2 ago/86	Nicaragua	Curso Nacional sobre Agroclimatología, Epidemiología y Control de la Roya	30 técnicos del MIDINRA
22-23 set/86	Panamá	Curso Nacional sobre Epidemiología y Control de la Roya	35 técnicos del MIDA
24-25 set/86	Panamá	Curso Nacional sobre Tecnología de Aplicación de Agroquímicos en Café	35 técnicos del MIDA
28-31 oct/86	Nicaragua	Curso sobre Tecnología de Aplicación de Agroquímicos	20 técnicos del MIDINRA
Jun/86	Jamaica	Seminario Control de la Roya	Técnicos del CIDCO y Junta del Café



Capítulo tres

3

Control de la broca del fruto del cafeto*

Hypothenemus hampei

Bernard Decazy**

Introducción

La broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1887), se ha constituido en los últimos años como el principal problema entomológico de las zonas cafetaleras de Guatemala, El Salvador, Honduras y el sur de México. Se trata de una especie cuyas características biológicas (además de su naturaleza no endémica, por ser exótica) y la ausencia de enemigos naturales de importancia han permitido su rápida adaptación a varias zonas agroecológicas y un incremento acelerado de su población, que obliga a los técnicos y caficultores a utilizar medidas de control basadas la mayoría de las veces en el control químico.

Esta plaga fue detectada por primera vez en Guatemala en 1971, diseminándose luego hacia Honduras (1977), México (1978) y El Salvador (1981).

La práctica muy generalizada del uso de insecticidas para el combate de la broca ofrece una perspectiva poco alentadora en cuanto a la situación del equilibrio que guardan los cafetales en relación con otras especies de plagas potenciales, cuya presencia es endémica y que cuentan además con enemigos naturales que mantienen sus poblaciones a niveles por debajo de los niveles críticos de daño económico. La eliminación gradual de estos enemigos naturales ocasionará o ya está ocasionando el surgimiento de las plagas potenciales al status de plagas claves o primarias.

Debemos reconocer que es imposible erradicar la plaga, por lo que es la responsabilidad tanto de técnicos como productores desarrollar una estrategia de control basada en los principios y alternativas del manejo integrado de plagas.

Clasificación y sinonimia

La broca del fruto del cafeto fue descrita por primera vez en 1836 por J. D. Westwood quien la clasificó dentro del género *Hypothenemus*. En 1967, J. A. Graft Ferrari la describió

* La elaboración de este informe ha sido grandemente facilitada por la recopilación de las informaciones y de las síntesis hechas por el ingeniero Norberto E. Urbina, entomólogo de PROMECAFE hasta el 31 de mayo de 1987 en su informe final (febrero de 1985 a mayo de 1987).

** Entomólogo IRCC-PROMECAFE.

como *Cryphalus hampei*. Posteriormente, recibió las denominaciones de *Stephanoderes hampei* Ferrari, 1867; *Stephanoderes coffeae* Hagedorn, 1910; *Cryphalus hampei* Hagedorn, 1910; *Xyleborus Coffeivorus* Vander Weele, 1910; y *Xyleborus coffeicola* Campos Novaes, 1922. Este insecto pertenece al orden Coleoptera, sub-orden Polyphaga, familia Scolyidae, sub-familia Ipiniae y tribu Cryphalini.

Características morfológicas

Hypothenemus hampei, o verdadera broca, es muchas veces confundida con la falsa broca, *Hypothenemus seriatus*, la cual se encuentra infestando frutos de café con mucha frecuencia. Las diferencias fundamentales entre ambas especies son las siguientes: *H. seriatus* es nativa de América y se encuentra desde el sur de los Estados Unidos hasta el estado de São Paulo, Brasil; *H. hampei* es monófaga, alimentándose exclusivamente del endosperma de los frutos de café, mientras que *seriatus* es polífaga, alimentándose de frutos secos de otras plantas; *H. hampei* penetra frutos verdes cavando un orificio perfectamente circular, mientras que *H. seriatus* nunca penetra. Adicionalmente, *seriatus* se alimenta de la pulpa del fruto y no penetra el endosperma como lo hace *hampei* que sí se alimenta y procrea dentro del endosperma consistente. Las setas que se encuentran en los élitros tienen forma de espátulas, presentando cinco o seis estrías longitudinales en su extremo distal en la especie *seriatus*, mientras que en *hampei* son alargadas y cilíndricas.

Tipo de daño y pérdidas ocasionadas

La hembra de la broca inicia su perforación en la mayoría de los casos en la corona del fruto, o sea en el extremo opuesto a la base de la cereza; perfora hasta el endosperma donde empieza a depositar sus huevos. Si el fruto no tiene la consistencia adecuada (menos de 20% de materia seca), la hembra permanece en el canal de perforación sin penetrar en el endosperma. Si la perforación se inicia cuando los frutos están muy pequeños (estado lechoso), el principal daño consiste en la caída del fruto con la consecuente reducción del rendimiento. El mayor daño es causado cuando el fruto está en el estado de semi-consistencia (más de 20% de peso seco) ya que en esta etapa el endosperma se torna duro, ofreciendo un substrato apropiado para la oviposición, la alimentación de los adultos y el desarrollo de los estadios inmaduros. Este daño da como resultado la pérdida de peso del grano y un rendimiento reducido.

Objetivos y acciones

El objetivo principal del programa es la generación de información para el diseño de sistemas tendientes al control eficiente de la broca del fruto del cafeto. Hay que mencionar también el fortalecimiento de la infraestructura física de investigación en varios de los países afectados.

El logro de estos objetivos fue posible con el desarrollo de actividades cuyo financiamiento dependió de los fondos provenientes de la donación de AID/ROCAP.

Las acciones emprendidas de agosto de 1982 a octubre de 1983 y de febrero de 1985 hasta la fecha consistieron en: acciones de apoyo técnico y logístico tales como talleres, instalación de invernadero y laboratorio; acciones de capacitación con cursos nacionales y regionales;

acción directa, entre otras estudios bio-ecológicos, evaluación de insecticidas; evaluación de prácticas culturales; determinación de las pérdidas por la broca; y finalmente acciones de cooperación técnica recíproca tales como gira de observación y estudio de los programas nacionales, participación de técnicos nacionales como instructores en los cursos.

Acciones de apoyo técnico y logístico

Talleres internacionales de manejo integrado de la broca del fruto del cafeto

Se organizaron con gran éxito dos talleres internacionales, el primero en Guatemala en diciembre de 1985, donde participaron 40 técnicos, y el segundo en Tapachula, Chiapas, México, en diciembre de 1986, que reunió a 73 técnicos. Permitieron un intercambio muy fructuoso entre los investigadores en broca de los distintos países.

Las memorias de los trabajos presentados en ambos talleres fueron publicadas por ANACAFE y PROMECAFE, respectivamente.

Fortalecimiento de la infraestructura de investigación

Laboratorio de entomología de ANACAFE

En octubre de 1985, la Oficina del IICA en Guatemala hizo formal entrega a la ANACAFE de un lote de equipo cuyo costo asciende a US\$22.165 para la implementación del laboratorio de entomología, ubicado en la Finca Buena Vista. Fue inaugurado por los ejecutivos de ANACAFE en diciembre de 1985, coincidiendo con las celebraciones del XXV aniversario de creación de la Asociación.

Debido a obstáculos administrativos y falta de personal capacitado en uso y manejo del equipo de laboratorio, sólo está siendo utilizado en un 10% de su capacidad hasta esta fecha (mayo de 1987).

Instalación del invernadero

El invernadero para estudios sobre la biología de la broca del fruto del cafeto y de otras plagas y enfermedades de importancia en café, fue adquirido a un costo de US\$38.784 de la National Greenhouse Company, de Illinois, EUA. El invernadero prefabricado con todo su equipo llegó a Guatemala en abril de 1984.

Después de un engorroso y lento proceso administrativo que duró más de 18 meses, la instalación del invernadero fue adjudicada a la firma "Ing. Federico Morales López" y su costo ascendió a la cantidad aproximada de US\$37.965 (108.000 quetzales).

Fue instalado en la finca "Buena Vista", propiedad de ANACAFE ubicada en San Felipe, Retalhuleu, e inaugurado en julio de 1986.

Debido a las fallas para controlar la temperatura, los frecuentes apagones en el sector y la falta de una planta eléctrica de emergencia, el invernadero no se está utilizando en absoluto en la actualidad. Su valor total asciende a US\$76.749.

PROMECAFE está gestionando la compra de una planta eléctrica por un monto aproximado de US\$6.975 (18.832 quetzales).

Acciones de capacitación

Para cumplir con el objetivo de "fortalecer la capacidad de los organismos cafetaleros de cada país, para que puedan atender mejor sus propias necesidades técnicas y de adiestramiento", en la actividad de control de la broca del fruto del cafeto se realizaron varias acciones de capacitación.

El Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plaga del Cafeto, con énfasis en la broca del fruto *Hypothenemus hampei*, incluyó dos cursos regionales de cuatro días cada uno, el primero en Guatemala, en julio de 1985, y el segundo en San Pedro Sula, Honduras, en julio de 1986. Asistieron 64 técnicos de los organismos cafetaleros de los países de PROMECAFE y participaron como instructores y conferencistas 15 distinguidos profesionales del área. Se publicaron las Memorias de los dos cursos regionales a un tiraje de 150 ejemplares cada una.

Los Cursos Nacionales sobre Manejo Integrado de la Broca comprendieron tres cursos nacionales sobre broca, para 80 técnicos de extensión e investigación de los organismos cafetaleros de Panamá en setiembre de 1986, Nicaragua en setiembre de 1986 y Honduras en octubre de 1986.

También se impartieron charlas sobre el Manejo Integrado de Plagas del Cafeto, con énfasis en la broca del fruto, a 43 participantes de los cursos sobre caficultura moderna, celebrados en el CATIE.

Asimismo, dentro del convenio entre el CIRAD-IRCC y el IICA-PROMECAFE, el gobierno francés otorgó dos becas de postgrado en entomología de cuatro años cada una a dos profesionales de América Central. Un costarricense del ICAFE obtuvo la primera, válida para 1985-1989, y un guatemalteco la segunda, válida para 1987-1991, para que saquen un doctorado en entomología. Este mismo gobierno otorgó también una beca de adiestramiento en servicio de tres meses para un técnico guatemalteco de la ANACAFE en 1986.

Acción directa

Estudios bio-ecológicos

Los nuevos aportes en el conocimiento de la biología y de la ecología obtenidos por los técnicos investigadores de las instituciones nacionales cafetaleras y de PROMECAFE pueden ser resumidos de la manera siguiente:

Las hembras son fecundadas por los machos dentro de los propios granos de donde emergen. La proporción de sexos de la broca varía según los estudios realizados en varios países; Baker ha encontrado una relación que va de 8 a 10 hembras por macho.

La hembra toma aproximadamente de 6 a 7 horas para penetrar hasta el endospermo, donde construye una galería en forma piniforme que utiliza como cámara de oviposición. Pone un mínimo de 12 huevos y un máximo de 63. Las hembras viven un promedio de 150 días, con la posibilidad de alcanzar hasta un máximo de 250 días. La temperatura tiene una gran influencia en la duración del período de incubación que es de nueve días (27°C) y de 16 días (18.7°C).

El estadio larval dura de 10 a 26 días durante los cuales la larva pasa alimentándose del endospermo. Las larvas hembras sufren dos mudas mientras que los machos sólo una. Al estadio larval sigue una fase de quietud denominada pre-pupa que dura unos dos días; el estadio de pupa experimenta los cambios metamórficos que caracterizan al adulto.

El ciclo de vida completo varía de 30 a 80 días, dependiendo de las condiciones bióticas

y abióticas. De todos los estudios realizados se sabe que la broca tiene una dispersión agregada o de contagio dentro del cafetal, esto es, no se le encuentra infestando uniformemente todo el predio, sino que en focos. Dentro de cada planta también se observan algunas bandolas más infestadas que otras, siendo las del tercio medio las más infestadas.

En lo referente a la altitud, se reporta que el rango óptimo para el desarrollo de la broca está entre 800 y 1.000 m.s.n.m. A alturas mayores de 1.300 m.s.n.m. la broca generalmente no representa un problema económico.

Estudios desarrollados en México, Guatemala, Honduras y El Salvador indican que las poblaciones de broca son mayores en cafetales con sombra muy densa mientras que su incidencia es bastante insignificante en cafetales al sol.

La temperatura y la humedad (precipitación) juegan un papel muy importante en el inicio del ataque de la broca. Los adultos permanecen durante la época seca en las cerezas abandonadas en la planta o en el suelo, las cuales mantienen algunas veces gran cantidad de insectos (más de 50) que salen después de las lluvias.

La altitud, la temperatura y la humedad relativa, además de influir en las poblaciones de broca y la duración de su ciclo de vida, ejercen una gran influencia sobre la fenología de los cafetos, esto es, el inicio y el número de las floraciones, así como los días requeridos para que los frutos alcancen el grado de semiconsistencia (20% de peso seco) que es cuando la broca hace su mayor daño.

Es fundamental señalar que la broca tiene una capacidad inherente de diseminarse por sí misma de un predio a otro por medio del vuelo. Se reporta que ataca con preferencia las cerezas de la primera floración debido a que son más maduras. Es por lo tanto primordial conocer la fenología del cafeto, especialmente en lo relacionado con el número de floraciones y la proporción de frutos de cada floración ya que esto influenciará las poblaciones de broca.

De un estudio de dinámica poblacional de la broca del fruto llevado a cabo en 1985 y 1986 en Guatemala, se estableció que el porcentaje de frutos perforados en el momento del primer corte de la cosecha es ligado al porcentaje de frutos dañados por broca al inicio de la fructificación, por una correlación de tipo exponencial (ver Figura 1). El conocimiento de esa ley será muy útil al momento de calcular los umbrales económicos.

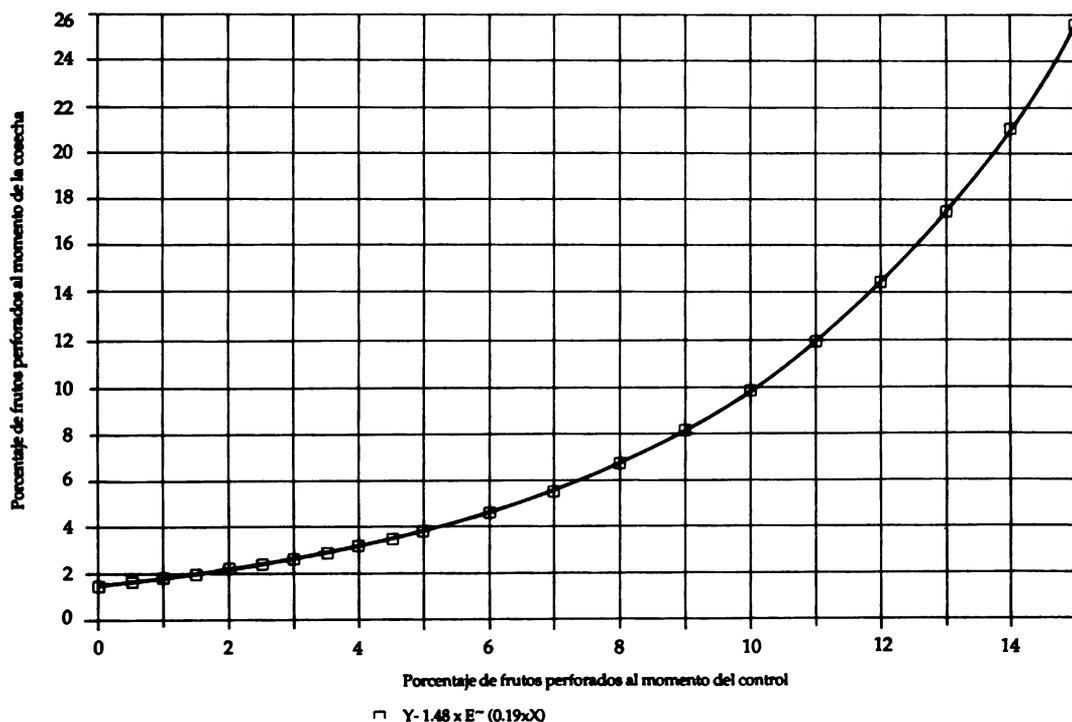
Los esfuerzos hechos para el control biológico de la broca del fruto del cafeto no han tenido mucho éxito hasta la fecha. Sin embargo, la eficiencia del hongo *Beauveria bassiana* en el control de esta plaga ha sido comprobada en forma experimental en Guatemala, Honduras y El Salvador. No se tiene hasta el momento ninguna experiencia en la utilización de parasitoides.

Evaluación de insecticidas

La recomendación más generalizada para el control químico en México, Guatemala, El Salvador y Honduras consiste en el uso del insecticida Endosulfán. Sin embargo, las opiniones discrepan según los autores y los países en cuanto a la dosis por utilizar: la recomendación en México es de 210 g de ingrediente activo por hectárea; en Guatemala y en Honduras es de 525 g i.a./ha; en El Salvador es de 750 g i.a./ha; aquí se puede recordar que en África se recomienda 1.000 g i.a./ha. De los ensayos hechos por PROMECAFE, se mostró que 525 g i.a./ha proporciona una eficiencia no superior al 70%. Por eso, se montó un ensayo en 1987 para determinar la dosis que brinda un buen control a menor costo.

La época recomendada para hacer la aplicación del insecticida (a veces son dos aplicaciones) es cuando el fruto de la floración representativa está en el estado de semi-consistencia

Figura 1. Porcentaje de frutos perforados en el momento de la cosecha según el porcentaje de frutos perforados al momento del control



y también cuando hay un 5% de frutos perforados. Sin embargo, de los estudios de dinámica poblacional de la broca hechos en México y en Guatemala por ANACAFE/PROMECAFE, se pudo demostrar que los frutos tempranos, fuera de época, son los primeros dañados por la broca y, por tal razón, sería muy oportuno adelantar la época de aplicación. Por lo tanto, convendría hacerla cuando los frutos tempranos ya son consistentes y cuando los frutos de la primera floración representativa permanecen aún lechosos, con el fin de proteger esos últimos frutos. Eso ocurre de los 2.5 a 3 meses después de la primera floración representativa en zona de baja altura y de los 3 a 3.5 meses en zona de media altura.

Para la aplicación, se recomienda usar 400 a 500 litros por hectárea de mezcla del insecticida con agua (el equipo de aspersión debe calibrarse previamente). Esta técnica representa una carga financiera alta en mano de obra para la aplicación y para el traslado del agua. Por eso, en un estudio manejado por ANACAFE/PROMECAFE, se demostró que unas técnicas de aplicación a bajo volumen (70 l/ha) con una dosis de Endosulfán de 525 g/ha brindan una eficacia por lo menos igual a la de los equipos que suelen utilizarse.

Otro estudio llevado a cabo por ANACAFE/PROMECAFE reveló que se pueden hacer mezclas de varios agroquímicos y aplicarlas sin problema para ahorrar trabajo o mano de obra aun cuando las épocas de aplicación para cada uno de los productos coincidan en una misma temporada: se demostró que no hay sinergia como tampoco antagonismo en la solución del compuesto formado por Endosulfán y oxycloruro de cobre o por Endosulfán y oxycloruro de cobre más urea.

Un estudio realizado por IHCAFE/PROMECAFE enseñó que como insecticidas alternos promisorios, se puede nombrar a Pirimiphos methyl (Actellie) a la dosis de 750 g i.a./ha y Chlorpyriphos (Lorsban) a la dosis de 545 g i.a./ha.

Evaluación de prácticas culturales

Control manual

El control manual consiste en la recolección de todos los frutos que han quedado en el cafetal después de la cosecha. La recolección de los frutos del suelo se denomina "pepena" y la de los frutos dejados en la planta se denomina "repela". La eliminación de los frutos perforados provenientes de las floraciones locas se llama "repase".

Estos frutos que quedan adheridos a las plantas y caídos en el suelo sirven de alimento a la broca durante el período más crítico de su subsistencia que equivale al tiempo transcurrido desde la finalización de la cosecha hasta que los frutos de las primeras floraciones de la siguiente cosecha alcancen el grado de consistencia adecuado para que la hembra empiece su oviposición.

Para que esta medida tenga éxito es indispensable que sea ejecutada por la mayoría de caficultores de una zona, ya que existe la evidencia de que la broca hembra adulta tiene la capacidad inherente de infestar nuevos predios a través del vuelo.

La finalidad de esta medida es eliminar o dificultar las condiciones que pudieran contribuir a la supervivencia de la broca en el campo durante la época en que no hay frutos en la planta; reducir drásticamente el número de brocas; y realizar la reducción de la plaga antes de la floración del café (control preventivo).

Los pequeños caficultores pueden desarrollar esta actividad utilizando mano de obra familiar. Al realizar una cosecha se recomienda tomar todas las medidas sanitarias posibles, especialmente en zonas donde la mano de obra es escasa, con el objeto de dejar la menor cantidad posible de frutos en el suelo y las plantas para minimizar así las probabilidades de sobrevivencia del insecto.

Argumentar que el control manual es muy costoso no tiene justificación si consideramos el ahorro que se deriva al disminuir el número de aplicaciones de insecticidas por el porcentaje de infestación cada vez menor en las futuras fructificaciones.

Al disminuir las aplicaciones de insecticidas se está también reduciendo al mínimo la contaminación del medio ambiente, el peligro de residuos de plaguicidas en la pulpa y el grano de café, y se preserva la fauna benéfica. Además, según evaluaciones hechas por técnicos del Instituto Salvadoreño del Café (ISIC), los costos de mano de obra que ocasiona el control manual se compensan con el valor del café recogido, especialmente cuando el valor del café es alto.

Control cultural

El control cultural consiste en la utilización de prácticas agrícolas ordinarias, o algunas modificaciones de ellas, que permiten manipular el agroecosistema del cafetal con el propósito de mantener las poblaciones de broca a niveles tolerables, procurando el ambiente menos favorable para su desarrollo, reproducción y dispersión.

Los cafetales que presentan mayores porcentajes de infestación de broca son aquellos en los cuales no hay regulación adecuada de la sombra, mal manejo del tejido productivo, inadecuado control de malezas y carencia de programas de fertilización.

Las prácticas agronómicas que se deben implementar en un programa de manejo integrado de la broca son las siguientes:

- Regulación de la sombra del cafetal. Hay que realizar esta práctica cada año, regularmente.
- Poda de los cafetos. Proporcionará mayor ventilación e iluminación dentro del cafetal; esta práctica no sólo incrementa la producción del cafetal sino que es adversa al comportamiento del insecto.
- Control de malezas. Se debe realizar una limpia inmediatamente después de la cosecha para facilitar la ejecución del control manual (pepena y repela).
- Fertilización adecuada. Los cafetales bien fertilizados producen una cosecha más abundante y presentan una floración más uniforme (pocas floraciones locas). Cuando hay muchas floraciones en un cafetal, la incidencia de la broca es mayor porque se pueden presentar varias generaciones de la plaga en el transcurso de la formación de la cosecha.

Determinación de las pérdidas en café causadas por broca

Las pérdidas en café causadas por la broca del fruto son de dos tipos: caída de frutos perforados en el transcurso de la fructificación y pérdidas de peso en la cosecha por una baja conversión de cereza a café (pergamino u oro).

Es preciso sumar esos dos tipos de pérdidas, lo que nunca habían hecho los estudios anteriores. Por otro lado, nunca se había concedido importancia al valor anexo que tiene el café de segunda calidad y el de nata mientras que sólo se había tomado en cuenta el café de primera para exportación. Esto significa que las pérdidas en la conversión cereza a café son un poco más bajas que lo que se pensaba.

Caída de frutos perforados

De varios ensayos manejados por ANACAFE/PROMECAFE, se pudo sacar una ley que muestra que el porcentaje de frutos que cae en el transcurso de la fructificación (y) es estrictamente proporcional al porcentaje de frutos perforados al inicio de la fructificación (x) (Figura 2):

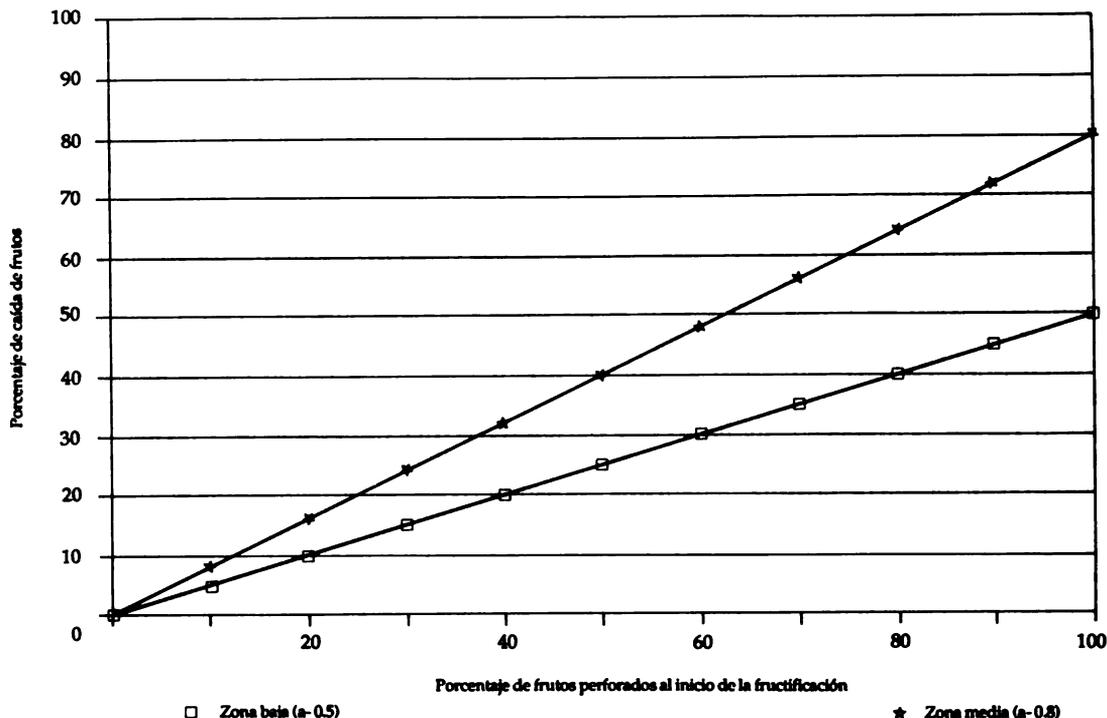
$$y = 0.5 x \text{ en zona baja}$$
$$y = 0.8 x \text{ en zona media.}$$

Ese porcentaje de caída de frutos determina un porcentaje de pérdidas en café cosechado estrictamente igual.

Pérdidas en café por el grado de infestación de los frutos en la cosecha

Los últimos resultados que se tienen son los de los ensayos preliminares de ANACAFE/PROMECAFE, en los cuales se calcularon con varios porcentajes de infestación en la cosecha las conversiones de cereza a café, restando del valor del café de primera perdido el valor del café de segunda y de nata.

Figura 2. Caída de frutos por la broca en el transcurso de la fructificación



Así se nota que el porcentaje de pérdidas de peso en la cosecha (y) es proporcional al porcentaje de frutos perforados encontrados (x) (Figura3):

$$y = 0.224 x \text{ en zona baja}$$

$$y = 0.337 x \text{ en zona media.}$$

Las pérdidas totales son la suma de las pérdidas por caída de frutos y de las pérdidas en la conversión de cereza a café. Es preciso tomar en cuenta esas pérdidas totales para el cálculo del nivel y del umbral económico de daño.

Control integrado del café

La manera más racional y económica de controlar la broca es a través del seguimiento de los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Se trata de un método ecológicamente orientado, que utiliza diversas técnicas de control, combinadas armónicamente en un sistema de manejo de plagas, tratando de proteger, preservar e incrementar los agentes bióticos de mortalidad natural, tales como parasitoides, depredadores y patógenos.

En el MIP, cuando se necesitan procedimientos de control artificial como aplicaciones de plaguicidas químicos o biológicos y liberaciones de insectos entomófagos, éstos se aplican del modo más selectivo posible y únicamente cuando su empleo esté justificado desde el punto de vista económico y ecológico.

El objetivo final del MIP es producir los máximos beneficios al costo mínimo, teniendo en cuenta las restricciones ecológicas y sociales existentes en cada ecosistema y la conservación a largo plazo del ambiente.

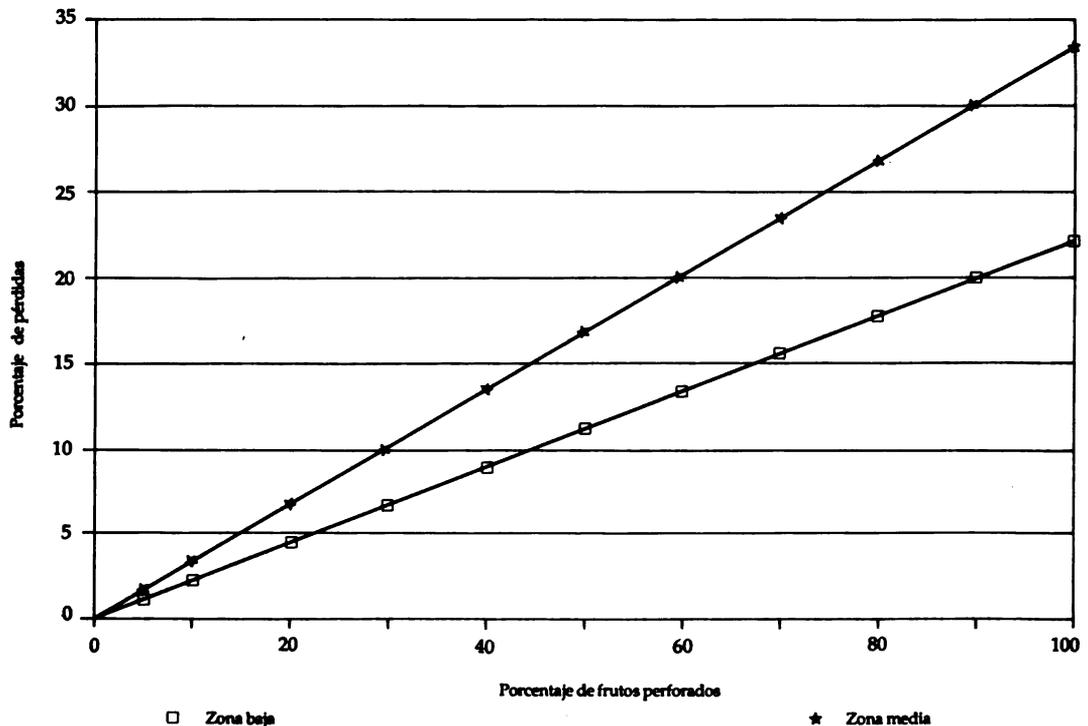
Control manual y cultural

Las actividades para esos controles se definieron y explicaron anteriormente. Sólo se recordará lo siguiente:

Control manual. Consta de la pepena, recolección de frutos dejados en el suelo, y la repela, recolección de frutos dejados en la planta. Dentro del MIP es una obligación para el caficultor, más que todo para el pequeño caficultor, realizar esas dos actividades que le permiten bajar las nuevas poblaciones de broca y de esta forma disminuir las aplicaciones de insecticidas.

El repase (eliminación de los frutos perforados en el transcurso de la fructificación) lo puede hacer el pequeño caficultor que nunca hace aplicaciones de insecticidas, porque esa actividad pide mucha mano de obra para una finca grande.

Figura 3. Pérdidas en café según altitud de primera, de segunda y nata



Control cultural. Consta de la regulación de sombra, la poda de los cafetos, el control de malezas y una fertilización adecuada. Sin embargo, esas prácticas agronómicas que crean un ambiente menos favorable al desarrollo de la broca no son específicas para el control de la broca, sino que son obligatorias en un buen manejo de un cafetal, porque debido al costo del control, es necesario aumentar la productividad de un cafetal antes de controlar plagas y enfermedades.

Control biológico

En vista de los grandes beneficios ecológicos y económicos derivados del control biológico, se recomienda a los técnicos en control de la broca en los países de la región de PROMECAFE iniciar lo antes posible las siguientes acciones:

- Validar la efectividad de varias concentraciones del hongo *Beauveria bassiana*.
- Desarrollar métodos prácticos para la cría masiva de este hongo.
- Estar en constante contacto con los investigadores del Consejo Interamericano, Económico y Social (CIES), para obtener de ellos ejemplares del parasitoide *Prorops nasuta* e implementar en sus respectivos países su cría masiva para una posterior liberación en el campo.

Control químico

Cuando los métodos de control recomendados anteriormente no son suficientes para mantener la plaga a niveles tolerables de daño, el fitoproteccionista se ve en la necesidad de utilizar el control químico como última alternativa. Sin embargo, antes de efectuarlo, se debe primero determinar el umbral económico de control químico en el cual está basada la decisión de control y luego muestrear la población de broca.

Determinar el umbral económico de control químico

El nivel económico de daño es la densidad mínima de población de broca a partir de la cual comienzan a producirse pérdidas económicas que justifican el costo de las medidas de control. Ese nivel depende:

- Del costo del control: precio de los productos, precio de la mano de obra, depreciación del equipo de aspersión.
- Del precio del café.
- De la producción del cafetal, dado que un mismo porcentaje de pérdidas entre un cafetal de baja producción y otro de alta producción proporcióna pérdidas reales muy diferentes.
- De las pérdidas por broca en el café beneficiado. Esas pérdidas según la altitud son descritas en el capítulo anterior:

$$y = 0.22 \times \text{en zona baja}$$
$$y = 0.34 \times \text{en zona media.}$$

El umbral económico de daño es la densidad de población de plaga en la cual las medidas de control deben ser tomadas para prevenir que un incremento en la población alcance el nivel de daño económico. Ese umbral está relacionado con el momento más oportuno para el control (como se ha descrito anteriormente). Cabe recordar que en zona baja se ubica de 2.5 a 3 meses después de la primera floración representativa, y en zona media de 3 a 3.5 meses después de esa floración.

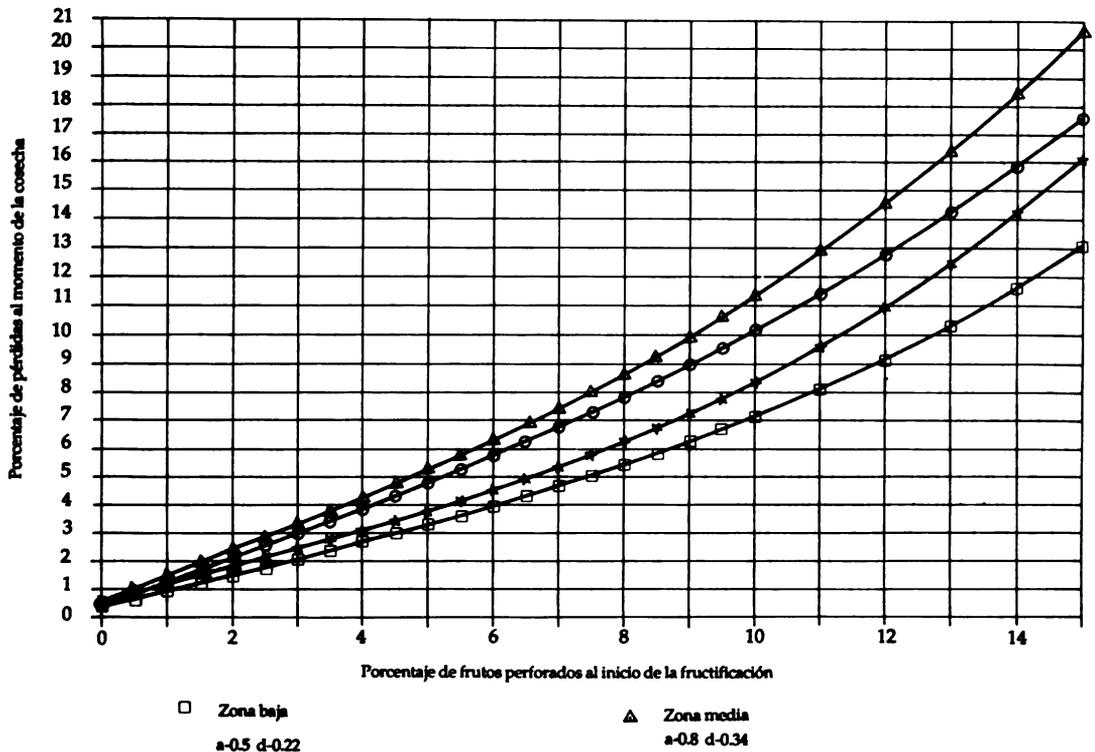
También se vincula con la relación porcentual que existe entre los frutos perforados en el momento más oportuno para el control y los frutos perforados en el momento de la cosecha (es decir el nivel económico de daño). Se ha visto que eso obedece a una ley exponencial cuya ecuación es:

$$y = 1.48 e^{0.19x}$$

Una vez determinado el nivel económico de daño (cuando el total de las pérdidas tolerables equivale al costo del control), hay que integrar todas las leyes establecidas anteriormente para definir el porcentaje de infestación desde el cual se debe hacer el control. Obedece a la ecuación siguiente (Figura 4):

$$y = a \times x + (1.48 \times e^{0.19 \times x}) \times d$$

Figura 4. Porcentaje de pérdidas en café según el porcentaje de frutos perforados al inicio de la fructificación



en la cual:

- y = nivel económico de daño
- X = porcentaje de frutos perforados en la época de control
- a x X = pérdidas por caída de frutos según el porcentaje de infestación en la época del control
- a = coeficiente establecido por el estudio de caída de frutos según la altura
- (1.48 x e^{0.19 x X}) x d = pérdidas de peso de café beneficiado según el mismo porcentaje de infestación en la época del control
- d = coeficiente establecido por el estudio de conversión de cereza a pergamino según la altura.

En las curvas de la Figura 4 , conociendo el nivel económico de daño "y", se puede determinar gráficamente el umbral económico de daño "x" según los valores de "a" y "d" (en función de la altura). Por ejemplo: si el nivel económico de daño en zona baja ("y") es 2.7%, por lo tanto, el umbral económico de daño ("x") es 4.0%.

Si las pérdidas ocasionadas por ese 2.7% de frutos perforados en la cosecha son iguales al costo de una aplicación, el caficultor tendrá que hacer su aplicación en el momento oportuno si el porcentaje de infestación en ese momento es por lo menos de 4%. Al no hacer la aplicación, el porcentaje de frutos perforados a la cosecha y por consiguiente las pérdidas serán superiores al nivel económico de daño. Hacer la aplicación cuando el porcentaje de infestación es inferior al umbral económico provocaría un gasto innecesario, puesto que las pérdidas subsecuentes serían inferiores al costo de la aplicación.

Muestrear la población de la broca

Un poco antes de la época oportuna para la aplicación química, es preciso conocer el nivel de infestación del cafetal. Para eso, es necesario tener una herramienta fiable: una buena metodología de muestreo, tomando en cuenta la distribución de la broca.

La dispersión espacial de las plagas obedece a una ley general de ecuación:

$$s^2 = a m^b$$

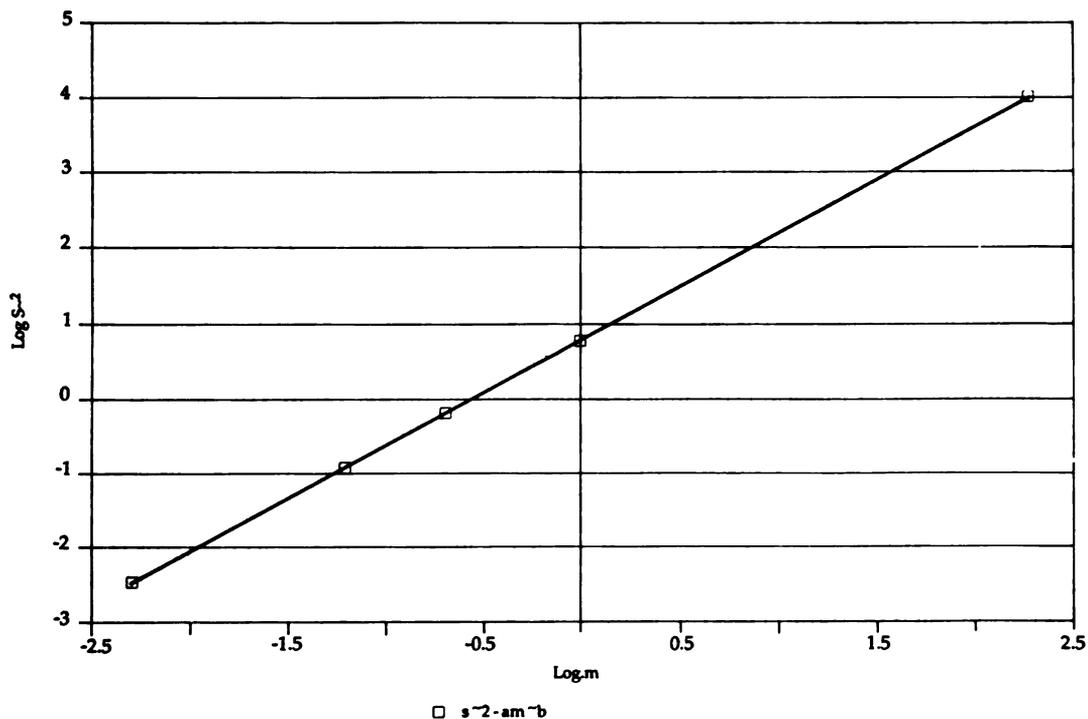
en la cual:

- s² = varianza del conteo
- m = promedio del conteo
- a,b = coeficientes propios de la broca.

Los resultados preliminares dan valores bastante estables a los coeficientes "a" y "b", por lo cual se ha podido proponer una curva provisional de distribución (Figura 5) que permite calcular el índice de decisión de combate. El índice más práctico corresponde al límite del intervalo de confianza unilateral inferior al umbral económico. Ese índice "I" obedece a la ecuación siguiente:

$$I = Ue - \frac{1.66}{\sqrt{N}} \times \sqrt{s^2}$$

Figura 5. Ley de distribución de la broca en Guatemala (1986)



en la cual:

- Ue = umbral económico del cafetal
- 1.66 = riesgo de primera especie (arriesgarse a aplicar aunque no sea necesario, escogido a 5%)
- s² = a Ue^b (en ese caso)
- N = número de unidades de muestreo en el cafetal muestreado.

Para cada umbral económico se puede trazar una curva que da, en función del número de unidades de muestreo "N", el valor del índice de combate "I" (ver Figura 6 con el ejemplo del umbral escogido igual a 4%).

Si al muestrear las "N" unidades de muestreo (en función de la mano de obra disponible), se obtienen más cerezas perforadas que lo indicado en el punto correspondiente, se recomienda el combate de la broca. Se advierte con la forma de la curva que muestreando todos los cafetos, el índice de combate alcanzaría el umbral económico.

Se definió igualmente la unidad (o sitio) de muestreo:

- Está integrada por cinco cafetos escogidos a lo largo del surco y en cada planta se observan 20 cerezas tomadas al azar en toda la planta, lo que da 100 cerezas por unidad.
- Se está tratando de modificar esa unidad: estaría integrada por un cafeto escogido al azar en el cual se observaría 100 frutos tomados al azar en toda la planta.

Productos y dosis recomendadas

Hasta la fecha, y antes de tener los resultados de los ensayos en marcha, se puede recomendar lo siguiente:

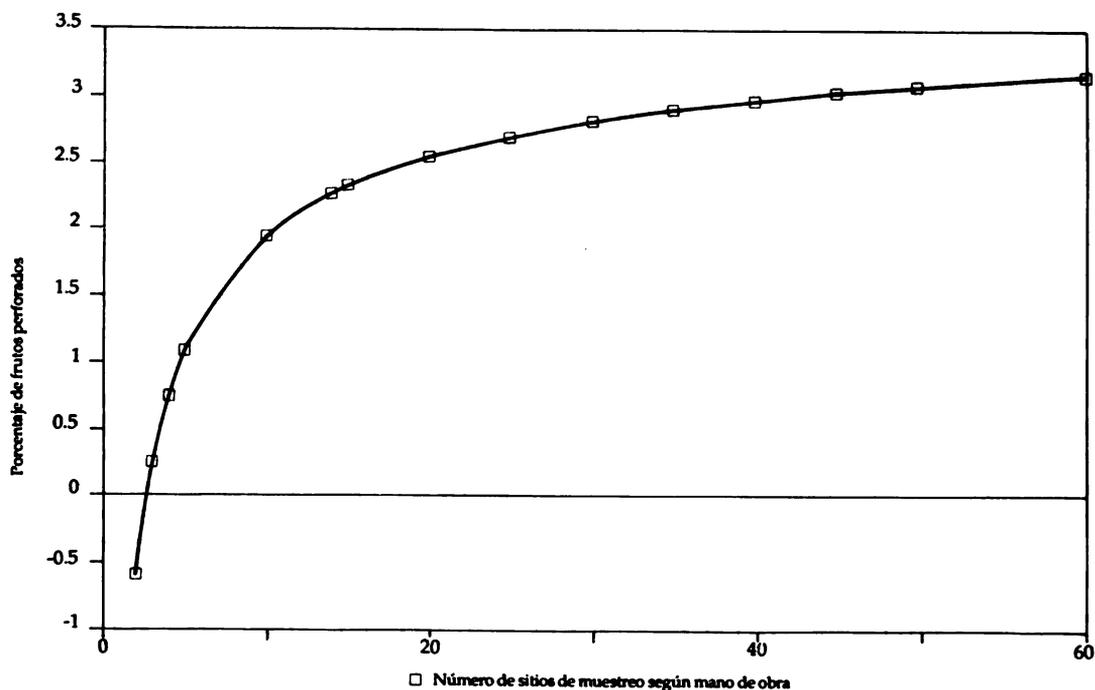
- Endosulfán (Thiodán 35 EC) con la dosis de 1 litro de producto comercial por hectárea.
- En 400 - 500 litros de agua por hectárea (calibrar el equipo previamente) con un equipo convencional. De no ser así, en 70 a 100 litros de agua por hectárea con un equipo que tiene un reductor de caudal.
- Adicionar 100 a 200 cc de adherente.
- Hacer solamente una aplicación en el momento oportuno.

Transferencia del Manejo Integrado de la Broca

A pesar del conocimiento incompleto de algunos factores, el Manejo Integrado de la Broca tal como ha sido definido anteriormente puede transferirse al caficultor.

El control manual se justifica por la reducción de las formas de sobrevivencia de la broca, para disminuir el número de aplicaciones de insecticidas en las fructificaciones futuras; por la disminución de la contaminación del medio ambiente; y por la reducción del peligro de residuos de plaguicidas en café. El pequeño caficultor puede desarrollar esa actividad utilizando mano de obra familiar con el fin de ahorrarse sustancialmente el costo del producto insecticida.

Figura 6. Índice de control (porcentaje de frutos perforados) para el umbral de 4% de frutos perforados



El *control cultural* proporcionará al pequeño y mediano caficultor un incremento en la productividad de su cafetal y, por lo tanto, un incremento en sus recursos.

El *control químico* utilizado sólo cuando los métodos de control recomendados anteriormente no son suficientes para mantener la plaga a niveles tolerables de daño, proporcionará una buena eficiencia complementaria con una cantidad mínima de insecticidas siempre que se haga en la época oportuna.

El MIP es una herramienta recomendada especialmente para el pequeño y el mediano caficultor. El gran caficultor que tiene grandes extensiones y un alto rendimiento puede encontrar esta medida difícil por falta de mano de obra y por pérdidas reales altas comparadas con el bajo porcentaje de infestación. Sin embargo, este caficultor puede aprovechar su mano de obra en el último corte de cosecha para realizar un buen control manual y aplicar luego insecticidas sólo cuando el muestreo le indica que ya alcanzó el umbral económico.

Conclusiones

El cargo de entomólogo de PROMECAFE fue atendido sólo durante tres años en total (un año, luego dos años sin seguimiento entre los dos períodos). A pesar de eso, los logros obtenidos de la investigación hasta la fecha son muy positivos, gracias a la colaboración de varias instituciones nacionales. Los logros abarcan las áreas siguientes:

- Fortalecimiento de los conocimientos en biología y ecología de esa plaga.
- Descripción de los daños.
- Evaluación de las pérdidas en la conversión cerezas/pergamino (o café oro) en función de la altitud.
- Programa de control: un *control manual* eficiente y económico; el *control cultural* que consiste en la disminución de la incidencia de la broca en cafetales tecnificados gracias a la regulación de sombra, control de malezas y fertilización; el *control biológico* mediante una buena eficiencia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en condiciones controladas; el *control químico* con el insecticida Endosulfán utilizando de 0.6 a 2.1 litro por hectárea con una a dos aplicaciones, al inicio de la fructificación como en México, o en el medio de la fructificación como en Guatemala, Honduras y El Salvador; la definición del *umbral económico de control* mediante la propuesta de un método de muestreo y los cálculos de los umbrales económicos en función del costo del control químico, del precio del café y de la producción del cafetal; y, finalmente, la búsqueda de *productos alternativos* al Endosulfán que ha dado resultados promisorios en laboratorio.

Los objetivos del programa fueron alcanzados ya que hoy es posible proponer a los caficultores, sobre todo pequeños y medianos, un método de Manejo Integrado de la Broca que con los ajustes y correcciones aún necesarios podrá ser de gran ayuda a la caficultura centroamericana. En efecto, los caficultores reducirán sus costos de producción y obtendrán una más alta productividad; el medio ambiente estará más protegido; el café de exportación sin residuos tendrá una aceptación aún mayor en el mercado internacional; y, finalmente, los gobiernos nacionales recibirán más divisas a la vez que gastarán menos en plaguicidas.

Para lograr esos objetivos, el programa debe tener un seguimiento durante el cual la acción "Control de la broca" contribuirá a un mejor conocimiento de los sistemas de producción.

Los objetivos específicos son:

- Confirmación en parcelas de la validación de los resultados logrados por la investigación hasta diciembre de 1987.
- Manejo de investigaciones adicionales a un plazo de tres años.
- Iniciación de investigaciones a largo plazo en las instituciones nacionales.
- Capacitación de técnicos de alto nivel en investigación y asistencia técnica.
- Fortalecimiento de la infraestructura de las instituciones nacionales.

Recomendaciones

Validación de resultados de investigación

Los métodos de control (manual, cultural, químico) establecidos por la investigación en parcelas experimentales necesariamente pequeñas, tienen que ser aplicados en parcelas grandes, representativas de los distintos tipos de fincas. La meta que se persigue con esas parcelas, llamadas parcelas de validación, es probar la metodología a nivel del caficultor, con el fin de estudiar la factibilidad y rentabilidad económica.

Métodos de control

Actividades	Objetivos	Acciones
Control manual	Cortar el ciclo de la broca, Evaluar factibilidad y rentabilidad.	Recolección de todos los frutos abandonados en la planta y en el suelo (verdes, maduros, negros) al finalizar la cosecha. Recolección de los frutos fuera de temporada, poco después de la primera floración representativa. Evaluación cualitativa de ese café recolectado.
Control cultural	Proporcionar a la broca condiciones agroecológicas adversas para su desarrollo.	En fincas sin tecnificación tecnificar parcelas: <ul style="list-style-type: none"> • Regulación sombra • Fertilización adecuada • Control malezas
Control químico	Disminuir el costo del control químico.	Disminuir el número de aplicaciones: Una sola cuando el fruto esté aún lechoso. Disminuir la dosis de insecticida: 1 litro Thiodán 35 EC/ha. Disminuir la cantidad de agua: <ul style="list-style-type: none"> • Haciendo aplicaciones compuestas. • Utilizando boquillas de reducción de caudal.

Actividades	Objetivos	Acciones
		<p>Utilización de los umbrales económicos de control químico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control manual obligatorio. • Muestreo de poblaciones de broca antes del momento oportuno para la aplicación. • Hacer una aplicación si se justifica económicamente.

Investigación

Actividades	Objetivos	Acciones
Evaluación de las pérdidas por broca en el transcurso de la fructificación	<p>Tomar en cuenta esas pérdidas para el cálculo de la decisión de control químico.</p> <p>Tomar medidas culturales para disminuir esas pérdidas.</p>	<p>Evaluación de la intensidad de luz sobre las poblaciones de broca en varias altitudes.</p> <p>Evaluación de fertilizantes foliares para el control de la caída temprana de los frutos jóvenes.</p> <p>Estudios de la fenología de los distintos cultivares: Época y número de floraciones, porcentaje de frutos que representan cada floración, porcentaje de daño por broca en cada floración.</p>
Evaluación de productos insecticidas alternativos al Thiodán 35 EC	<p>Prevenir la resistencia de broca al Endosulfán con la alternancia de productos.</p> <p>En caso de resistencia. Para romper el monopolio del Thiodán (alto precio o escasez).</p>	<p>"Screening" de insecticidas en laboratorio.</p> <p>Prueba de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dosis mínima eficiente. Confirmación en varios agro-sistemas. Acción sobre insectos benéficos. Estudio de residuos en pulpa, café oro tomado. Comportamiento al almacenamiento.
Metodología de cría masiva de broca en laboratorio	<p>Utilización para:</p> <p>Estudios bio-ecológicos (número de generaciones, fecundidad, mortalidad) en condiciones controladas.</p> <p>Bio-ensayos de productos insecticidas químicos o biológicos.</p> <p>Soporte de reproducción para parásitos y predadores.</p>	<p>Con una dieta natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> Frutos de café Frutos de sustitución (ej: <i>Cajanus Cazan</i>) <p>Con una dieta artificial.</p>

Actividades	Objetivos	Acciones
Evaluación de equipo de aspersión	Bajar el costo de aplicación por ahorro de agua y mano de obra.	Probar: Boquillas reductoras de caudal Termonebulizadoras "Micro Ulva"
Evaluación de cafetos como planta-trampa	Concentrar la broca en plantas-trampa y controlarla, además disminuir el costo de control y el daño al agro-ecosistema.	Evaluación del cafeto Robusta y Bourbon como planta-trampa. Estudio de las disposiciones eficientes.
Evaluación de cultivares tolerantes a la broca	Encontrar cultivares tolerantes a la broca, a la roya y buenos productores.	Pruebas de tolerancia de cultivares tolerantes a la roya. Creación genética de cultivares tolerantes por transferencia de genes.
Evaluación del control biológico	Proporcionar al pequeño caficultor (que no puede hacer el control químico) una bajada de las poblaciones de broca a un nivel inferior al nivel de daño económico, por el uso de hongo entomopatógeno o de parásitos introducidos de África.	Cultivo, evaluación biológica y económica del hongo <i>Beauveria bassiana</i> . Evaluación de las aspersiones cúpricas sobre ese hongo. Cría de los parásitos introducidos de África. Estudios bio-ecológicos de los parásitos en laboratorio con la meta de liberaciones en ecologías apropiadas. Evaluación de la eficiencia a largo plazo de liberaciones masivas.

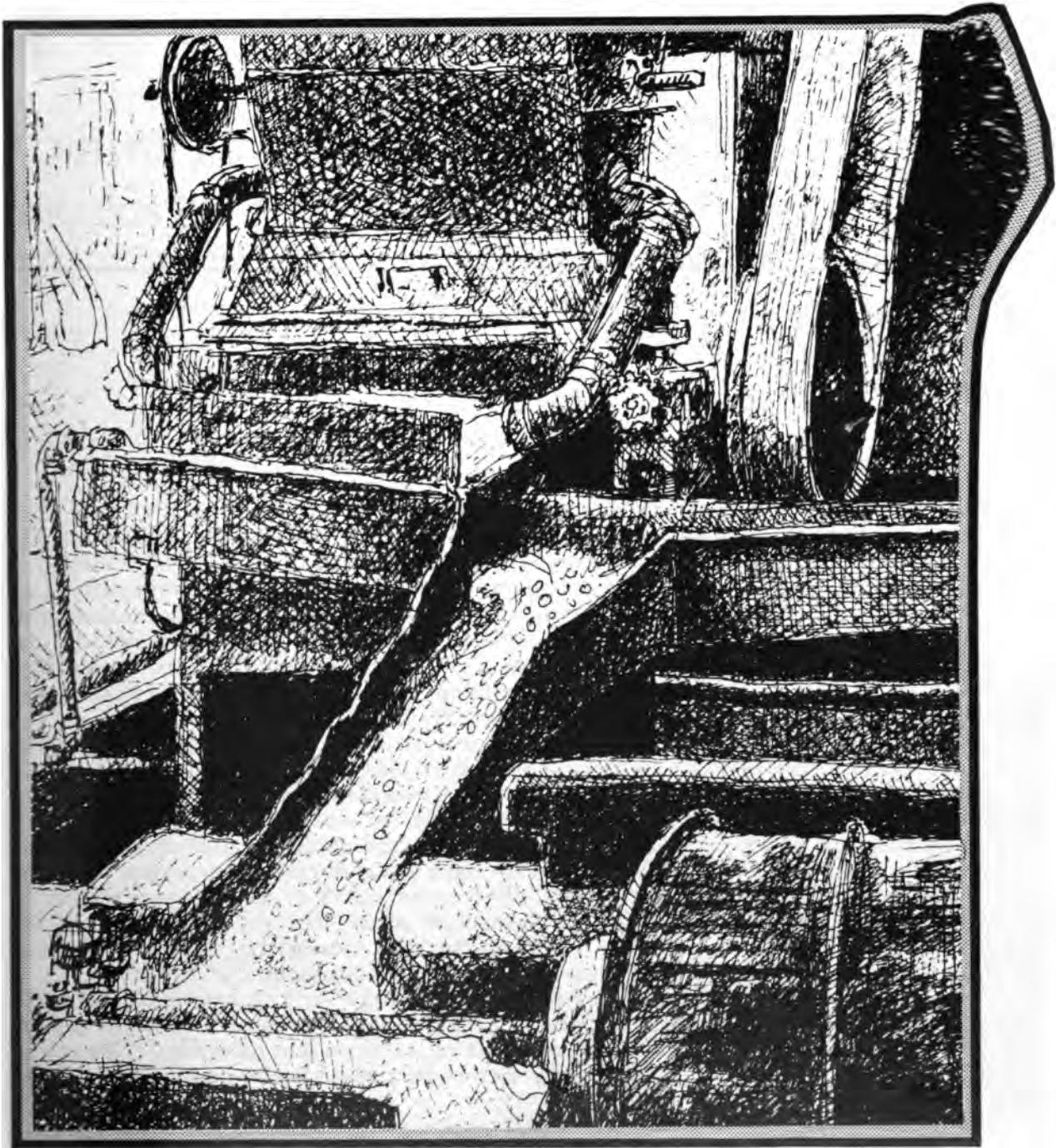
Al finalizar esos tres años suplementarios de investigación, se espera hacer la síntesis de todos los resultados con el fin de proponer un programa de manejo integrado que sea económicamente rentable. Eso dará a las instituciones nacionales una herramienta para el control de la broca que podrá ser afinada por ellos en función de sus agroecosistemas particulares, en espera de nuevos descubrimientos científicos.

Banco de datos

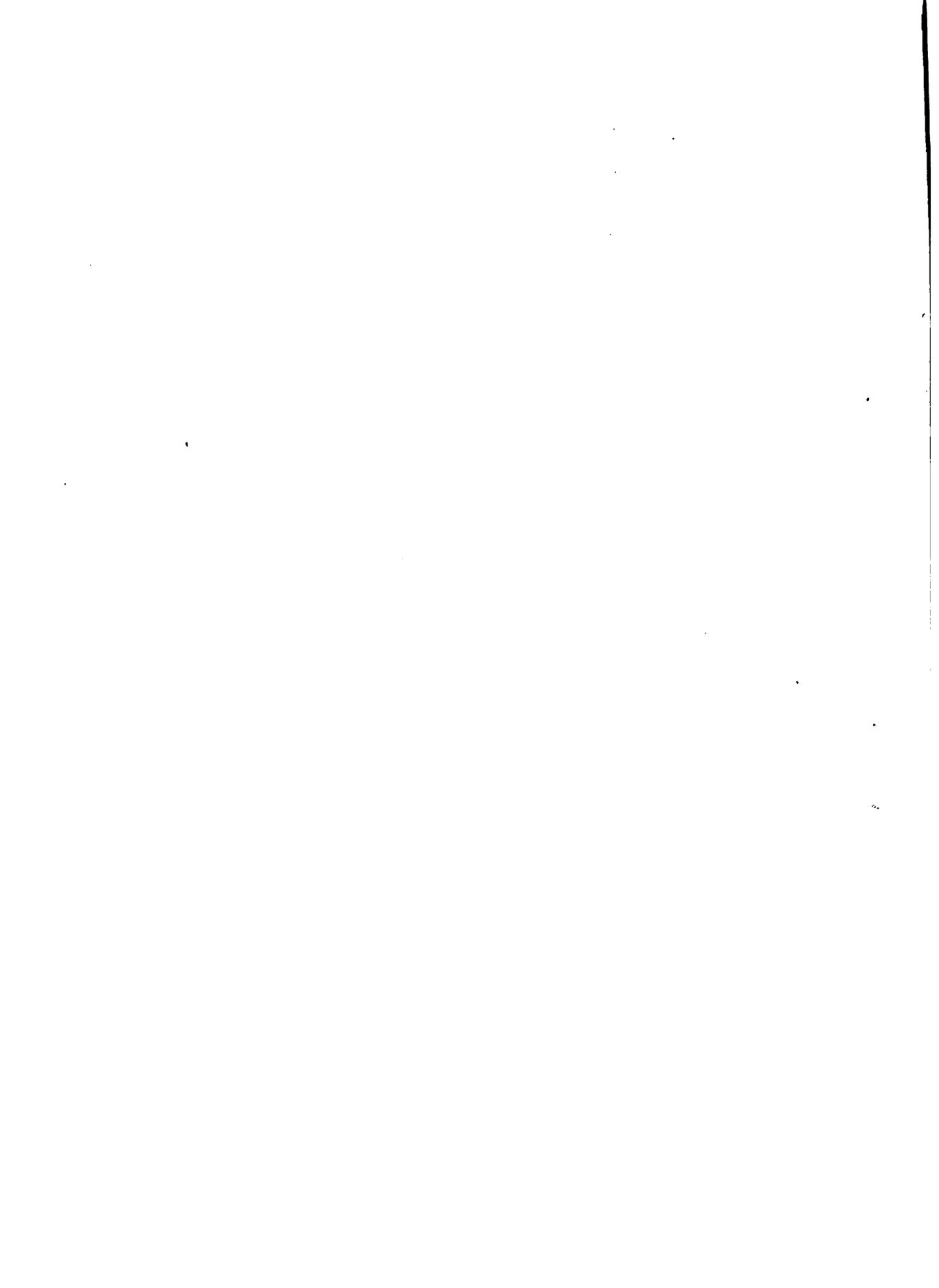
Es preciso ordenar y analizar, editar y distribuir a las distintas instituciones los datos obtenidos en validación e investigación, para lo cual se prevé la creación de un banco de datos.

Capacitación

Actividades	Objetivos	Acciones
Control de la broca del fruto del café	Capacitar al personal técnico de los países en áreas relacionadas con el control de broca.	Gira de estudios de los técnicos a países con investigación en control de broca. Cursos regionales sobre: <ul style="list-style-type: none">• La broca: (Biología, Ecología, Daños y Pérdidas).• Otras plagas del café.• El manejo integrado de plagas.• Biometría: Ordenamiento y análisis de ensayos. Taller regional sobre validación e investigación en control de broca.



Capítulo cuatro



4

Control de residuos de plaguicidas usados en café

Norberto Urbina*
Zía U. Javed**

Conceptos generales

Para los fines de la Comisión de Codex Alimentarius (1977) se entiende por residuos de plaguicidas cualquier sustancia o mezcla de sustancias encontrada en los alimentos para el hombre o los animales que resulta del uso de un plaguicida y que incluye cualquiera de sus derivados, tales como productos de degradación y conversión, metabolitos, productos de reacción e impurezas que se consideran importantes desde el punto de vista toxicológico.

La información sobre la frecuencia de residuos se obtiene con el propósito de determinar la cantidad máxima probable de residuos en la cosecha cuando el producto químico se utiliza siguiendo recomendaciones reconocidas como buenas prácticas agrícolas.

La reunión conjunta FAO/OMS y el comité del Codex para residuos de plaguicidas definen como "práctica agrícola correcta", en el uso de plaguicidas, "el uso oficialmente recomendado o autorizado de plaguicidas bajo condiciones prácticas de cualquier fase de producción, almacenamiento, transporte, distribución y procesamiento de alimentos, o cualquier otro producto agrícola teniendo en cuenta las variaciones y requisitos entre regiones y dentro de cada región, así como las cantidades mínimas necesarias para conseguir un control adecuado, aplicando los plaguicidas de tal forma que dejen los menores residuos prácticamente posibles y toxicológicamente aceptables. El uso "recomendado o autorizado" se refiere a los procedimientos, incluyendo la formulación, dosis, frecuencia de aplicación e intervalos anteriores a la recolección, aprobados por las autoridades pertinentes".

La cantidad de residuos que se deposita dentro o sobre el producto vegetal depende de diferentes parámetros de gran importancia, en particular: dilución por crecimiento, relación entre la superficie del cultivo y su volumen, volaticidad del depósito del plaguicida y grados de adsorción y absorción en la superficie del tejido. Los residuos resultantes de la aplicación de plaguicidas según un método dado y en determinados períodos y dosis variarán también de acuerdo con el lugar y el clima.

Los límites de dicha variación son importantes para evaluar la inocuidad y establecer los límites máximos de los residuos (LMR). Para obtener los datos necesarios para ese fin es preciso analizar cosechas obtenidas de cultivos tratados con plaguicidas conocidos, en los

* Especialista en entomología, IICA-PROMECAFE.

** Especialista en fitopatología, IICA-PROMECAFE.

cuales se hayan aplicado buenas prácticas agrícolas y que procedan de zonas agrícolas y climáticas representativas.

Ensayos supervisados sobre residuos de plaguicidas

Introducción

El café es el principal producto agrícola de exportación y generador de divisas de los países centroamericanos. En la región varias plagas y enfermedades atacan a los cafetos, siendo las más importantes la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) y la roya del cafeto, *Hemileia vastatrix* Berk & Br.

Para controlar ambas plagas, la mayoría de los caficultores recurren al uso del control químico, utilizando una gama de fungicidas e insecticidas orgánicos e inorgánicos de alta toxicidad. Además del peligro que representan para la fauna benéfica y la conservación del medio ambiente, estos biocidas presentan una grave amenaza desde el punto de vista de contaminación de la pulpa y de los granos de café mediante la presencia de residuos de sus ingredientes activos, derivados específicos, productos de degradación, metabolismo, etc., considerados de importancia toxicológica para el hombre.

La detección de residuos de plaguicidas en el café de exportación tendría efectos negativos sobre la comercialización del grano y sobre las economías de los países productores y exportadores de café.

Objetivos

- Determinar los límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas sistémicos y no sistémicos que se están usando en la actualidad en Centroamérica para combatir la broca del fruto del café, la roya del cafeto y otras plagas y enfermedades de importancia.
- Obtener suficientes datos de los residuos de diversos plaguicidas que puedan servir como base para el registro de plaguicidas en cada país.
- Capacitar a los técnicos de los organismos cafetaleros de los países de PROMECAFE sobre la metodología internacional para el establecimiento de ensayos de residuos de plaguicidas.

Descripción de los ensayos*

Lista de los plaguicidas usados

Nombre del ingrediente activo (i.a.)	Producto comercial y formulación (P.C.)
Triadimefon	Bayleton 25 WP Bayleton 250 CE
Propiconazol	Tilt 25% CE

* En el Cuadro 1 del Anexo de este capítulo se presenta una descripción sistematizada de los ensayos supervisados sobre residuos de plaguicidas.

Cobre (50% de Cu Metálico)	Oxicloruro de Cobre 50 WP
	Cobre Sandoz 50 WP
Oxycarboxin	Hidroxido de Cu.
Endosulfan	Plantvax 20 CE
Malathion	Thiodan 35 CE
Dimetoato	Malathion 57% CE
	Perfekthion 40% CE

Responsables de los ensayos

Norberto E. Urbina y Zía U. Javed (PROMECAFE)

Julio César Bonilla (ISIC-El Salvador)

Raúl Isafías Muñoz (IHCAFE-Honduras)

Héctor Ochoa Milián (ANACAFE-Guatemala)

Tamaño de las parcelas y número de repeticiones

Cada parcela constó de 42 plantas en los ensayos de Honduras y Guatemala, las de El Salvador incluyeron 20 plantas; cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en todos los ensayos.

Método de aplicación o tipo de aspersora usada

En Guatemala y El Salvador se utilizó una aspersora motorizada de espalda (Solo Port y Polyjacto PL-45, respectivamente), mientras que en Honduras se utilizó una aspersora manual de mochila.

Análisis de las muestras

Se tomaron muestras de café en uva (cereza) 1 día, 7 días y 21 días después de la última aplicación de cada producto. El total de muestras tomadas para cada producto por ensayo fue de 12 muestras (cuatro repeticiones por tres fechas de cosecha). Se aplicó a cada muestra individual el procedimiento de despulpe, lavado, fermentación, secamiento y trilla usado en la localidad.

Aproximadamente 828 muestras de café oro (\pm 12% humedad) con un peso promedio de 300 gramos cada una, correspondientes a los seis ensayos establecidos, fueron remitidos al laboratorio del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) en Guatemala para su análisis.

El análisis de las muestras de granos de café para la detección de residuos de Triadimefon, Propiconazol y Endosulfan I y II, Dimetoato y Malathion, se realizó en cromatógrafos de gas, marca Hewlett Packard, modelos 5710 A y 5730 A, equipados con detectores de captura de electrones y detectores de llama fotométrica, usando las columnas: 10%-OV-101 Supelcoport 80/100, GP1. 5%-SP-2250-1. 95-SP-2401 Supelcoport 100/120, GP 4% SE-30/6% SP-2401 Supelcoport 100/120.

La detección de cobre y plomo se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica, marca Pye Unicam SP-192.

La sensibilidad de los métodos utilizados fue de 0.01 ppm, de modo que los valores inferiores a 0.01 ppm fueron reportados como trazas.

Resultados

En vista de que el objetivo de este tipo de estudios es determinar los rangos menor y mayor de los residuos que es probable encontrar en granos de café cuando los plaguicidas son usados conforme a la "práctica agrícola correcta", se presentan en los Cuadros 2, 3 y 4 del Anexo el resumen de los rangos obtenidos de cada sitio y país para el primer año de los ensayos.

Acciones de capacitación

Se realizaron dos cursos-taller sobre Control de Residuos de Plaguicidas: el primero en octubre de 1985 en San Salvador, El Salvador, en el cual se capacitó a 57 técnicos y el segundo en febrero de 1987 en Guatemala, Guatemala, en el cual se dio capacitación a 30 técnicos que trabajan específicamente sobre ese problema. Dos documentos fueron producidos de esos talleres.

Conclusiones

- El origen de los residuos de plomo y cobre no se pudo establecer con claridad, debido a que los niveles de residuos en mg/kg de estos dos elementos en granos de café provenientes de parcelas sin aplicación de fungicidas cúpricos es similar a los que se encontraron en el café proveniente de parcelas tratadas con cúpricos.
- Los rangos permisibles de plomo para varios productos alimenticios van desde 0.1 ppm hasta 2 ppm según datos del Codex Alimentarius. Los rangos de 0.5 a 1.0 ppm encontrados en estos ensayos están dentro de lo permitido.
- Se han encontrado residuos de fungicidas sistémicos (Triadimefon y Propiconazol) y de insecticidas (Endosulfan, Dimetoato y Malathion) para los cuales la agencia estadounidense para la Protección del Medio Ambiente (EPA) no tiene establecido niveles de tolerancia para café.
- Los niveles de residuos de todos los productos son mayores al usar mayor cantidad de mezcla de aspersión, porque se hace un depósito mayor de ingrediente activo por área.
- La precipitación pluvial tiene un papel importante sobre el nivel de residuos. Estos son más bajos donde la precipitación es bastante alta.
- Las investigaciones desarrolladas sobre residuos de plaguicidas en El Salvador, Honduras y Guatemala con apoyo de PROMECAFE han permitido sentar las bases para investigaciones futuras, ya que hasta la fecha no existe en los países importadores de café ni en organismos como la EPA información sobre límites máximos de residuos permisibles en el café.
- El proyecto de reglamento sobre registro, etiquetado, comercialización y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines elaborado por una comisión ad-hoc y presentado por el Organismo Internacional Regional de Salud Animal (OIRSA), en este curso-taller, se ajusta como una base técnica para adecuar la legislación sobre uso y manejo de plaguicidas, permitiendo a los países el apoyo técnico para el mejor uso de estos químicos.

Recomendaciones

- De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis, considerados como preliminares, se recomienda que PROMECAFE continúe con este estudio a nivel regional por un mínimo de tres años consecutivos.
- Continuar con investigaciones sobre el período de vida y degradación de los plaguicidas usados en el combate de enfermedades y plagas del café, ya que los muy persistentes representan un peligro para el medio ambiente a mediano y largo plazo.
- Que los ensayos sobre residuos se concentren en las épocas de aplicación establecidas experimentalmente en cada país para el control de plagas y enfermedades del café.
- Realizar estudios de degradación de los plaguicidas en el suelo.
- Ampliar los análisis de laboratorio en café oro a tostado y molido así como a café beneficiado en seco.
- Continuar con la capacitación de los técnicos encargados de este tipo de investigaciones.
- Que el Reglamento sobre Registro de Plaguicidas sea promovido por los gobiernos de los países para su aceptación y cumplimiento fiel.
- Que OIRSA elabore un listado de productos cuyo perjuicio se ha comprobado a nivel mundial en el medio biótico y no biótico.

Anexo

Cuadro 1. Descripción de los ensayos supervisados sobre residuos de plaguicidas

Ubicación	Fecha de siembra	Variedad	Aplicaciones 1985			Plaguicidas	Cosecha de las muestras después de la aplicación (1985) ^a		
			1 ^a	2 ^a	3 ^a		1 DDA	7 DDA	21 DDA
GUATEMALA									
San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez	06-78	Caturra	30-08	24-10		Bayleton 25W.P. y Tilt 25% C.E.	25-10	—	—
			29-05	29-07	24-08	Fungicidas cúpricos			
			24-06	24-10		Thiodan 35 C.E.			
			30-08	24-10		Malathion 57% C.E.			
San Antonio, Suchitepéquez	06-82	Caturra	29-08	15-10		Bayleton 25W.P. y Tilt 25% C.E.	16-10	—	05-11
			23-05	23-07	15-10	Fungicidas cúpricos			
			21-06	15-10		Thiodan 35 C.E.			
			29-08	15-10		Malathion 57% C.E.			
HONDURAS									
Trinidad, Santa Bárbara	06-80	Caturra	26-07	03-12		Bayleton 25W.P. y Tilt 25% C.E.	04-12	12-12	27-12
			17-06	26-07	03-10	Fungicidas cúpricos			
			01-08	03-12		Thiodan 35 C.E., Perfekthion 40% C.E. Malathion 57% C.E.			
San Jerónimo, Comayagua	06-81	Caturra	01-08	27-11		Bayleton 25W.P. y Tilt 25% C.E.	29-11	06-12	20-12
			07-06	01-08	28-11	Fungicidas cúpricos			
			07-06	01-08		Thiodan 35 C.E., Perfekthion 40% C.E. Malathion 57% C.E.			
EL SALVADOR									
Colón, La Libertad	b	Bourbon	25-07	02-12		Bayleton 25W.P., Tilt 25% C.E., Plantvax 20% C.E. y Thiodan 35 C.E.	03-12	09-12	23-12
			28-06	30-08	02-12	Fungicidas cúpricos			
Apaneca, Ahuachapán	b	Bourbon	30-08	04-12		Bayleton 25W.P., Tilt 25% C.E., Plantvax 20% C.E. y Thiodan 35 C.E.	05-12	11-12	25-12
			27-06	13-08	04-12	Fungicidas cúpricos			

^a DDA: días después de la aplicación.

^b Tienen una edad de 25 a 30 años.

Cuadro 2. Resumen de resultado de residuos de plaguicidas

FUNGICIDAS CUPRICOS

PLAGUICIDA	DOSIS		RANGOS EN mg/kg (ppm)			RESIDUO
	Concentración Kg (% i.a.)	Litros de P.C. /ha*	1 DDA**	7 DDA	21 DDA	
Oxicloruro de Cu 50 W.P.	0.35-0.50	2.50-4.60 Kg	11.75-23.00	11.25-20.03	11.25-19.70	Cobre
Oxicloruro de Cu 50 W.P.	0.70-1.00	5.00-9.20 Kg	10.00-21.00	11.70-20.60	11.00-20.00	Cobre
Oxido Cuproso 50 WP	0.35-0.50	2.50-4.60 Kg	11.75-22.35	11.30-22.30	11.70-21.10	Cobre
Oxido Cuproso 50 WP	0.70-1.00	5.00-9.20 Kg	12.20-21.60	12.35-21.10	11.70-21.00	Cobre
Oxicloruro de Cu 50 W.P.	0.35-0.50	2.50-4.60 Kg	0.51- 0.65	0.50-0.92	0.48- 0.95	Plomo
Oxicloruro de Cu 50 W.P.	0.70-1.00	5.00-9.20 Kg	0.50- 0.70	0.48-0.79	0.44- 0.90	Plomo
Oxido Cuproso 50 WP	0.35-0.50	2.50-4.60 Kg	0.56- 0.84	0.48-0.86	0.48-0.68	Plomo
Oxido Cuproso 50 WP	0.70-1.00	5.00-9.20 Kg	0.54- 0.71	0.47-0.85	0.48-0.66	Plomo
TESTIGO	-	-	11.25-21.30	10.00-20.00	11.00-19.60	Cobre
TESTIGO	-	-	0.50- 0.72	0.46- 0.72	0.45- 1.00	Cobre

* Producto Comercial.

** DDA = Días después de la última aplicación.

Cuadro 3. Resumen de resultados de residuos de plaguicidas

FUNGICIDAS SISTEMICOS

PLAGUICIDA	DOSIS		RANGOS EN mg/kg (ppm)			RESIDUO
	Concentración Kg (% i.a.)	Litros de P.C. /ha	1 DDA*	7 DDA	21 DDA	
Bayleton 25 W.P.	0.10	1.428-2.040 Kg	0.002-2.00	0.05-0.10	0.04-1.15	Triadimefon
Bayleton 25 W.P.	0.20	2.856-4.080 Kg	0.03 - 1.63	0.09-0.40	0.01-0.37	Triadimefon
Bayleton 25 W.P.	0.07	0.728-1.288 L	0.08 -0.12	0.04-0.05	0.03-0.07	Triadimefon
Bayleton 25 C.E.	0.14	1.456-2.578 L	0.08 -0.12	0.04-0.07	0.03-0.06	Triadimefon
Tilt 25 C.E.	0.035	0.500-0.714 L	0.02 - 1.72	0.02-0.62	0.13-0.45	Propiconazol
Tilt 25 C.E.	0.07-0.14	1.0-1.428 L	0.01 -0.13	0.02-0.05	0.01-0.05	Propiconazol
TESTIGO	-	-	ND**	ND	ND	Triadimefon

* DDA = Días después de la última aplicación.

** ND=No detectado.

Cuadro 4. Resumen de resultados de residuos de plaguicidas

INSECTICIDAS

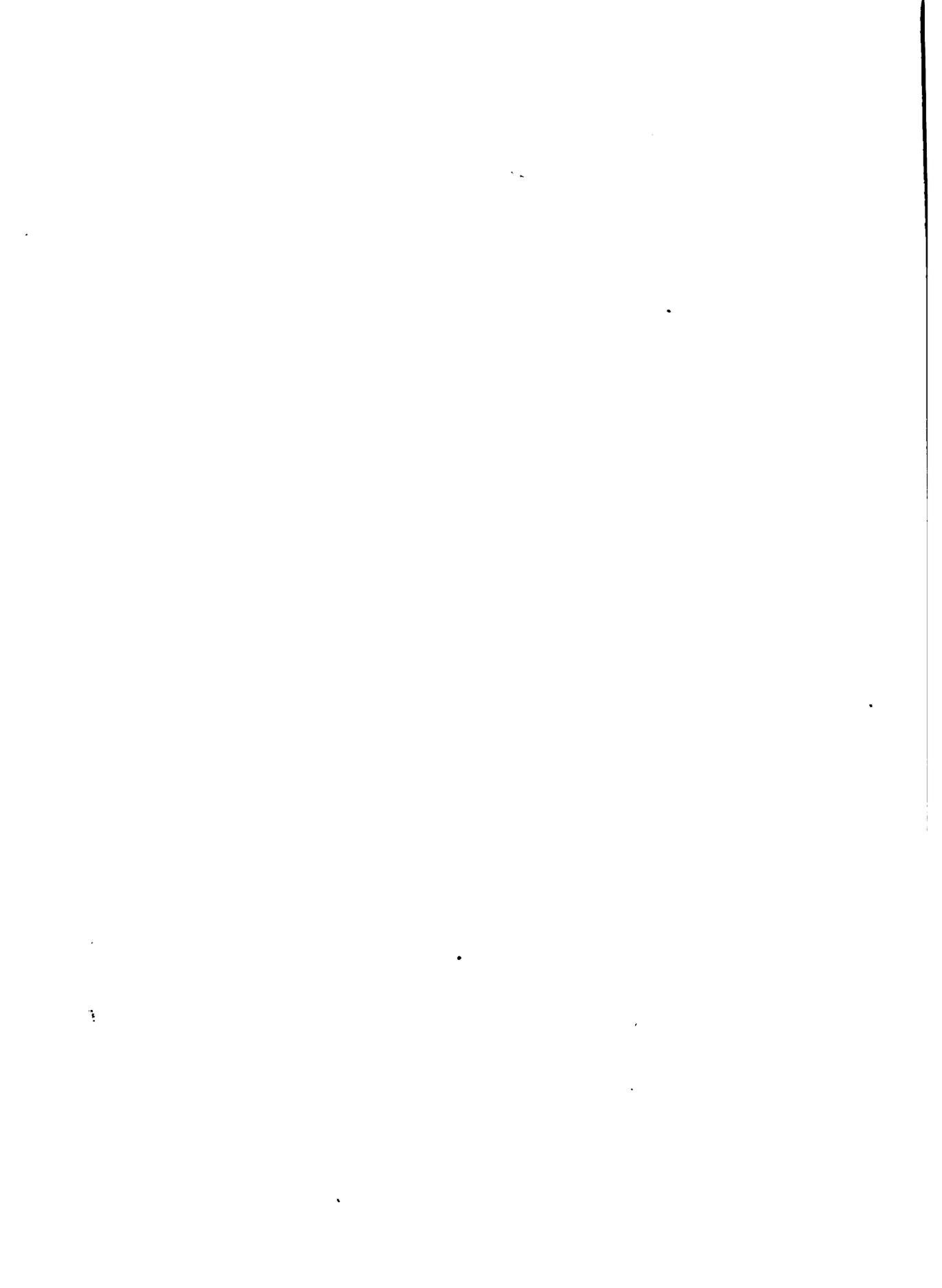
PLAGUICIDA	DOSIS		RANGOS EN mg/kg (ppm)			RESIDUO
	Concentración Kg (% l.a.)	Litros de P.C./ha	1 DDA*	7 DDA	21 DDA	
Thiodan 35 C.E.	0.14	1.428-2.040 L	0.01-0.02	0.01-0.01	0.01-0.01	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Thiodan 35 C.E.	0.28	2.851-4.080 L	0.01-0.04	0.01-0.03	0.01-0.02	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Thiodan 35 C.E.	0.06	0.442-0.782 L	Trazas-0.01	Trazas-0.01	Trazas-0.01	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Thiodan 35 C.E.	0.12	0.884-1.564 L	Trazas-0.01	Trazas-0.01	Trazas	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Malathion 57% C.E.	0.17	1.071-1.530 L	0.01-0.33	0.03-0.07	0.03-0.16	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Malathion 57% C.E.	0.34	2.142-3.060 L	0.02-0.46	0.01-0.02	0.01-0.03	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Perfekthion 40% C.E.	0.06	0.720-0.765 L	Trazas-0.15	ND**	ND	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan
Perfekthion 40% C.E.	0.12	1.44-1.53 L	0.05-0.43	ND	ND	Endosulfan I + Sulfato de Endosulfan

* DDA= Días después de la última aplicación.

** ND=No Detectado.



Capítulo cinco



5

Desarrollo y reproducción de variedades con resistencia a la roya del cafeto

*Jorge H. Echeverri R.**

Objetivos y metas

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general identificar nuevas variedades de café que combinen las características de resistencia a la roya, alta producción, buena calidad para posteriormente multiplicar a muy corto plazo las variedades sobresalientes.

Para llegar al objetivo citado, el proyecto de investigación se ha propuesto varias metas, las cuales se enuncian a continuación:

- Identificar al menos dos o tres variedades adaptadas a las condiciones de crecimiento local con resistencia a las razas locales de roya.
- Establecer en cada país los sistemas y procedimientos necesarios para la selección, registro, seguimiento e identificación de las variedades deseadas, así como programas de propagación de tipo sexual y asexual.
- Establecer un Banco de Datos en IICA o en CATIE con la información obtenida de las pruebas de resistencia a la roya y de los campos de estudio en la institución regional y en los países, con el objetivo de ir creando un depósito de información actualizada y confiable sobre mejoramiento de café.

Actividades desarrolladas

PROMECAFE desarrolla esta actividad desde una Unidad Central de Mejoramiento (UCM) ubicada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, y en los países con la participación de las instituciones cafetaleras.

En la Unidad Central de Mejoramiento, PROMECAFE y el CATIE llevan a cabo conjuntamente las actividades de introducción, selección, registro, seguimiento e identificación de descendencias sobresalientes por sus características agronómicas. Existe también en este lugar

* Especialista en investigación agrícola.

un laboratorio donde se desarrolla la investigación en el cultivo de tejidos de café como una técnica para multiplicar asexualmente las plantas sobresalientes. Semillas o plantas de las descendencias más importantes, seleccionadas en un estudio por líneas genealógicas (pedigree) son distribuidas a los países para estudiar en diferentes localidades su adaptación, cualidades de producción y resistencia a la roya del cafeto.

Introducción de germoplasma sobresaliente para las características en selección

Desde el año 1945 existe en el CATIE una colección de germoplasma de café con aproximadamente 1.350 ingresos, distribuidos por especie de la siguiente forma:

<i>Coffea sp</i>	65
<i>Coffea arabica</i>	1.218
<i>Coffea bengalensis</i>	4
<i>Coffea canephora</i>	49
<i>Coffea congensis</i>	7
<i>Coffea eugenioides</i>	6
<i>Coffea kivuensis</i>	1
<i>Coffea klainii</i>	1
<i>Coffea kopakata</i>	1
<i>Coffea liberica</i>	27
<i>Coffea mauritiana</i>	4
<i>Coffea racemosa</i>	27
<i>Coffea salvatrix</i>	2
<i>Coffea stenophylla</i>	2
<i>Coffea travancorensis</i>	1

Con la llegada al CATIE de PROMECAFE en 1978 se reactivó el ingreso de germoplasma seleccionado por otros países para resistencia a roya y la producción. Se trajeron principalmente de Brasil y Portugal a través de convenios establecidos por PROMECAFE con la Universidad Federal de Viçosa (UFV) y el Centro de Investigaciones en Royas del Cafeto (CIFC), respectivamente. El Cuadro 1* relaciona las introducciones al Banco de Germoplasma.

La mayor parte del germoplasma introducido se deriva de cruces del Híbrido de Timor con variedades comerciales y sucesivos retrocruces con ellos mismos. Se pueden observar por orden cronológico y por progenie en el Cuadro 2.

La casi totalidad de este germoplasma es el resultado de sucesivas selecciones, teniendo en cuenta problemas surgidos que requiere una generación más para ser eliminados. Podría decirse que PROMECAFE y los países poseen el germoplasma necesario para iniciar los trabajos de fitomejoramiento.

Evaluación de las características fenotípicas y agronómicas de los materiales que componen el Banco de Germoplasma

Es imposible enviar a los países semilla de todas las introducciones con resistencia a la roya para que cada uno seleccione lo que mejor se adapte a sus condiciones, puesto que los recur-

* Los Cuadros 1 a 21 aparecen en el anexo de este Capítulo.

son disponibles son muy limitados. Por ello PROMECAFE realiza una labor muy importante para toda la región. En la Unidad Central de Mejoramiento (UCM) se siembra, de ser posible con diseño experimental, cada uno de los materiales introducidos con el fin de observar su fenotipo, las características de los frutos y la semilla, su comportamiento agronómico, la susceptibilidad a problemas fitosanitarios y la productividad.

Existen en CATIE tres clases de experimentos: los que tienen diseño estadístico (ED= Ensayo de Descendencias); los que no lo tienen (COS= Campo de Observación y Selección); y los que se observan para fines de selección y multiplicación de semilla (CMS= Campo de Multiplicación y Selección).

El Cuadro 3 relaciona, por experimento, la fecha de siembra, los materiales en evaluación y el número de cosechas estudiadas.

Beneficio Experimental de Café

Para el procesamiento de las semillas y el estudio de sus características PROMECAFE ha construido un Beneficio Experimental con facilidades para el manejo de la semilla por planta.

La estructura está dividida en dos secciones que se han denominado muestras menores y muestras mayores:

En el Beneficio de Muestras Menores se estudia el peso del café cereza, el porcentaje de frutos vanos, el peso del café en pergamino seco y su relación con: la cereza y el café verde (oro), el porcentaje de defectos (caracol, triangular, monstro), el tamaño de la semilla y la calidad de la bebida.

El Beneficio de Muestras Mayores ha sido diseñado para beneficiar cantidades mayores de semilla y el café comercial del CATIE. Fue construido, además, con la finalidad de aportar tecnología en el procesamiento del café, lo cual se ha logrado mediante la contratación del ingeniero colombiano George Op den Bosch, quien trajo tecnología aplicada a ese país, desconocida en la región. En especial se presentan innovaciones en el sistema de recibo, de selección por cribas y canales de densidad, lavado y transporte de la semilla, manejo de las aguas y producción de abono orgánico.

Resultados de la investigación

PROMECAFE desde su inicio ha definido como metodología de acción seleccionar entre el germoplasma más avanzado en estudio una(s) progenie(s) que pueda(n) adaptarse a las necesidades del agricultor.

Aunque sea importante crear nueva variabilidad, que debería hacerse en instituciones donde la permanencia de los programas y los técnicos sea más posible, no se ha pretendido realizar por ahora un programa genético con síntesis de nuevos híbridos y plantas diferentes.

En la UCM existen aproximadamente 16.000 plantas que se cosechan individualmente, planta por planta, ya que el objetivo principal de su trabajo es identificar aquellas sobresalientes cuyas descendencias deben ser evaluadas en los países.

Varias son las características en estudio. Sin embargo, hasta el momento sólo se manejan tres para la selección:

Fenotipo:	heredabilidad del porte y arquitectura de la planta.
Porcentaje de grano vano:	no mayor a 8%.
Producción:	por progenie y por planta, la cual se realiza teniendo en cuenta el promedio de la población y su desviación.

Toda la información se maneja automatizada en microcomputadora, como se explicará más adelante en la sección dedicada a la Base de Datos.

Dos son las condiciones climáticas bajo las cuales se evalúan los materiales (ver Cuadro A).

Cuadro A. Condiciones ecológicas de los experimentos de la Unidad Central de Mejoramiento

	CATIE, TURRIALBA	LA LOLA, SIQUIRRES
Localización	83°30' Long. Oeste 9°53' Lat. Norte	83°25' Long. Oeste 10°15' Lat. Norte
Altitud (m.s.n.m)	620	40
Temp. media anual (°C)	23	25
Precip. media anual (mm)	2700	3500
Suelos	Inseptisoles	Andosoles

Se presentan a continuación los resultados de los experimentos con mayor número de cosechas.

- **ED 1: Evaluación de 16 genotipos sobresalientes en el Banco de Germoplasma por su resistencia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.)**

Este experimento está sembrado en un látice 4 x 4, con 16 tratamientos, parcelas de 16 plantas (4 x 4) a 2 x 1 m, con tres ejes verticales por planta, de los cuales se poda anualmente el más agotado, y sombra de *Erythina poepigiana* (Poró) a 16 m en cuadro.

El Cuadro 4 describe los tratamientos, el Cuadro B las producciones acumuladas de cinco años, su desviación del promedio y el resultado de la selección por producción.

En orden de producción, los tratamientos sobresalientes fueron: CATIMOR T 5159, CATURRA AMARILLO T 3386, MUNDO NOVO T 2544, GEISHA T 5043, CATUAI ROJO T 5267 y el CATIMOR T 5269; muy buenos fueron: CATIMOR T 5175, CATUAI AMARILLO T 5268 y el CATIMOR T 5155.

Estos resultados indican que algunas de las poblaciones de CATIMOR son comparables en producción con las variedades comerciales CATURRA y CATUAI.

Las dos mejores plantas en el CATIMOR T 5159, la 697 y la 360, presentan promedios de producción de 4.646 y 4.072 g, respectivamente, mientras que para el CATURRA T 3386, plantas 32 y 72, los promedios fueron 4.425 y 3.335 g.

- **ED 13: Ensayo comparativo para la selección de plantas madres de *Coffea canephora* variedad Robusta**

Este experimento está ubicado en la finca La Lola, Siquirres, Costa Rica. Se evalúan 10 poblaciones de Robustas en un diseño completamente aleatorizado, una planta por parce-

Cuadro B. Registros de producción y categoría de selección del experimento ED 1^a

INTRODUCCION	PLANTAS	PROMEDIO ^b	CATEGORIA DE ^c SELECCION
T 00163	75	3 722	Eliminada
T 00164	73	3 143	Eliminada
T 00217	64	3 873	Eliminada
T 00219	79	4 808	Eliminada
T 00345	79	4 703	Eliminada
T 02308	76	4 380	Eliminada
T 02544	73	7 239	Sobresaliente
T 03386	77	7 766	Sobresaliente
T 04387	80	4 650	Eliminada
T 05043	88	6 932	Sobresaliente
T 05155	80	5 913	Muy buena
T 05159	79	8 087	Sobresaliente
T 05175	59	6 231	Muy buena
T 05267	72	6 702	Sobresaliente
T 05268	69	6 058	Muy buena
T 05269	81	4 466	Sobresaliente

^a Número de plantas= 1,210; promedio general= 5.693.915; desviación estándar= 3.826.193.

^b Promedio de 5 cosechas.

^c Categorías de selección definidas con base en el Error Típico Medio.

la con 80 repeticiones, sembradas a 2.25 x 2.25 m. Sin sombra, las plantas se manejan por agobio con tres tallos múltiples.

Los Robustas en evaluación se anotan a continuación:

T 3751	Robustas	BP. 4	Indonesia
T 3752	Robustas	BP. 25	Indonesia
T 3753	Robustas	BP. 29	Indonesia
T 3754	Robustas	BP. 42	Indonesia
T 3755	Robustas	BP. 46	Indonesia
T 3756	Robustas	BP. 358	Indonesia
T 3757	Robustas	SA. 13	Indonesia
T 3564	Robustas	L. 215	Indonesia
T 3580	Robustas	L. 147	Congo
T 3581	Robustas	SA. 158	Congo

El Cuadro C indica el promedio de producción acumulada por introducción y la categoría de selección sugerida por el programa de computación en la Base de Datos. La mejor

Cuadro C. Registros de producción y categoría de selección del experimento ED 13 La Lola ^a

INTRODUCCION	PLANTAS	PROMEDIO	CATEGORIA DE SELECCION
T 3564	75	11 519	Eliminada
T3580	79	12 464	Aceptable
T3581	76	12 639	Aceptable
T3751	81	11 913	Eliminada
T3752	80	13 190	Muy buena
T3753	85	11 292	Eliminada
T3754	80	13 095	Muy buena
T3755	79	13 644	Sobresaliente
T3756	73	13 179	Muy buena
T3757	82	12 895	Aceptable

^a Número de plantas= 790; promedio general= 12 575.33; desviación estimada= 5 896.45.

después de tres cosechas, clasificada como "sobresaliente" fue la T 3755 seguida de la T 3752, T 3756 y la T 3754 clasificadas como "muy buenas".

A nivel individual por planta el Cuadro 5 da la producción acumulada de tres años y su promedio.

Teniendo en cuenta la importancia del tamaño de la semilla en poblaciones de *Coffea canephora* se realizó un estudio del tamaño de semilla, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 6.

Las mejores T 3756 de la cual el 87% es mayor de 17/64, exportables, donde el 55% es superior a 19/64, fueron clasificadas como "muy buenas" para producción.

• **COS 1: Estudio del comportamiento de Catimores Serie T 8600, introducidos de la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Brasil, en 1978**

Este experimento está ubicado en CATIE; se evalúan 17 poblaciones, sin diseño. Distancia 2 x 1 m, agobiadas con tres ejes por planta, sin sombra. Los tratamientos se pueden ver en el Cuadro 7.

Las poblaciones en evaluación han sido utilizadas como plantas madres del Experimento Regional Nº 3 distribuido a los países. El Cuadro D da la información de seis cosechas. Según la categoría de selección son: "sobresalientes" los Nº T 8667, T 8660, T 8666 y la T 8654; "muy buenas": T 8656, T 8661 y la T 8655. En estos resultados se observa que el comportamiento de las progenies se agrupa según la planta F₃ que les dio origen: así la T 8667 y T 8666 son hijas de la UFV 386-58, plantas de brote bronce y de buen vigor. Las T 8654, 55 y 56 son hijas de la UFV 386-52 y las T 8660 y 61, hijas de la UFV 386-45. Estas últimas presentan problemas de longevidad y vigor después de la segunda cosecha.

Cuadro D. Registro de producción y categorías de selección de las plantas del ensayo COS 1 ^a

INTRODUCCION	PLANTAS	PROMEDIO	CATEGORIA DE SELECCION
T 8654	18	9 911*	Sobresaliente
T 8655	9	7 921	Muy buena
T 8656	12	8 463	Muy buena
T 8657	18	3 547	Eliminada
T 8658	9	2 684	Eliminada
T 8659	22	7 218	Aceptable
T 8660	18	11 060	Sobresaliente
T 8661	11	8 060	Muy buena
T 8662	25	6 188	Eliminada
T 8663	10	4 833	Eliminada
T 8664	20	4 827	Eliminada
T 8665	9	6 815	Aceptable
T 8666	24	10 079	Sobresaliente
T 8667	20	11 835	Sobresaliente
T 8668	1	3 590	Eliminada
T 8672	9	4 641	Eliminada
T 8673	27	4 105	Eliminada

^a Número de plantas= 262; promedio general= 7 181.615; desviación estimada= 3 273.214.

* Registro de seis cosechas.

El Cuadro 8 indica los promedios de producción y el porcentaje de grano vano de las mejores 20 plantas. La introducción T 8666 ha mostrado mucha variabilidad para las características de fenotipo, algunas heretocigotas para el porte, para el porcentaje de grano vano y para la resistencia a la roya del café.

El Cuadro 9 indica los resultados del estudio de tamaños de la semilla. Al comparar con CATURRA que tiene en promedio el 60% de granos mayores de 17/64 se puede observar que en general las introducciones T8666 y 67 poseen tamaños semejantes; la T 8654 y 55 menores y la T 8660 y sus hermanas (UFV 386-45) mucho menores.

- **COS 3: Estudio de adaptación de descendencias seleccionadas en Brasil, introducidas en 1980**

Este experimento está ubicado en CATIE. Se evalúan 11 poblaciones, sin diseño, sembradas a 2 x 1 m con tres ejes por planta, sin sombra. El Cuadro 10 relaciona el germoplasma en estudio, el Cuadro E los resultados de producción y categoría de selección y el Cuadro 11 los promedios de producción de las 20 mejores plantas.

Como sobresalientes fueron clasificadas la T 12858 y la T 12870; la primera de ellas es un CACHIMOR (CATURRA x SARCHIMOR) y la segunda CATIMOR de CENICAFE, Colombia. Estos dos materiales serán enviados a los países para su evaluación, teniendo en cuenta su fenotipo, vigor y uniformidad durante 1988.

Cuadro E. Registro de producción y categoría de selección de las plantas del ensayo COS 3^a

INTRODUCCION	PLANTAS	PROMEDIO	CATEGORIA DE SELECCION
T 12568	28	2 847*	Eliminada
T 12856	12	2 039	Eliminada
T 12858	34	6 039	Sobresaliente
T 12860	10	2 389	Eliminada
T 12862	50	3 368	Eliminada
T 12863	24	3 957	Eliminada
T 12864	10	5 027	Muy buena
T 12865	30	2 548	Eliminada
T 12866	132	4 703	Muy buena
T 12868	39	3 686	Eliminada
T 12869	13	1 881	Eliminada
T 12870	129	6 001	Sobresaliente

^a Número de plantas= 511; promedio general= 4 475.163; desviación estimada= 2 810.13.

* Promedio de cuatro cosechas.

• **COS 5: Estudio de adaptación del CATIMOR seleccionado en Colombia**

Este experimento sembrado en CATIE es una mezcla física de F₃ y F₄ de la variedad Colombia. Las plantas fueron sembradas a 2 x 1 m, con un eje de producción, sin sombra.

El Cuadro F indica la producción, el porcentaje de granos vanos, el vigor después de la última cosecha y el tamaño de las semillas para las 20 mejores plantas. Algunas de las plantas indican el porcentaje de granos vanos altos y tamaños reducidos de semilla. Por ser ésta una mezcla física de progenies la variabilidad entre plantas es alta; sin embargo, existen muy buenas posibilidades de seleccionar individuos sobresalientes.

Envío de semillas a los países para pruebas regionales de adaptación

Durante la vida del proyecto fueron enviados a los países varios grupos de semillas; la mayor parte de ellas fueron llevadas al campo.

El cuadro siguiente hace una relación por año:

PAIS	AÑOS							TOTAL
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	
República Dominicana		31	41	10	26	39	6	153
México	16			69	14	26	6	131
Guatemala	17	80	79	118	48		6	348
El Salvador		14	74	41	14	13	6	162
Honduras		11	64	37	14	15	6	303
Nicaragua	16		115	28	21		12	192
Costa Rica	18	60	50	32	73	13	6	252
Panamá		21	99	68	29		12	119

Cuadro F. Registro de producción, grano vano y tamaño de la semilla de las 20 mejores plantas del ensayo COS 5

INTRODUCCION	NUMERO PLANTA	VIGOR*	TOTAL PRODUCCION	PROMEDIO PRODUCCION	PROMEDIO GRANO VANO	PORCENTAJE TAMAÑO GRANO 17/64
T 11670	2	8	22 320**	5 580	6.0	19
T 11670	69	9	13 290	3 321	12.0	81
T 11670	74	8	12 900	3 225	6.3	32
T 11670	104	9	12 480	3 120	12.0	65
T 11670	44	7	12 430	3 107	7.0	72
T 11670	76	7	12 400	3 100	8.5	64
T 11670	18	8	12 315	3 078	26.5	72
T 11670	68	8	11 595	2 898	10.3	72
T 11670	111	8	11 395	2 848	9.0	80
T 11670	5	6	11 010	2 752	21.5	63
T 11670	89	9	10 720	2 680	5.0	84
T 11670	105	8	10 650	2 662	35.5	76
T 11670	32	8	10 645	2 661	4.0	88
T 11670	51	7	10 645	2 661	4.0	70
T 11670	70	8	10 410	2 602	4.0	34
T 11670	61	8	10 405	2 601	11.5	14
T 11670	47	7	10 370	2 592	5.0	77
T 11670	75	8	9 765	2 441	5.0	87
T 11670	95	9	9 560	2 390	4.5	68
T 11670	103	8	9 500	2 375	7.0	67

* Vigor después de la última cosecha calificado de 0 a 10 (0= muerta; 10= muy vigorosa).

** Registro de cuatro cosechas.

La mayor parte del germoplasma fue enviado en experimentos regionales acompañado de un manual instructivo con una explicación de cómo debería ser sembrados en el campo y cuál información debería tomarse. Estos manuales de procedimientos, cinco en total, han contribuido a una labor muy importante de capacitación, de definición de una metodología de evaluación y de uniformización en el manejo de experimento y la toma de datos .

Los cinco experimentos regionales de PROMECAFE son los siguientes:

Experimento Nº 1 2 CATURRA; 2 CATUAI; MUNDO NOVO; GEISHA; HIBRIDO DE TIMOR; 4 CATIMOR y 5 HIBRIDOS CON GEISHA

Experimento Nº 2 10 poblaciones de *Coffea canephora* var Robusta

Experimento Nº 3 CATIMOR introducido de Viçosa, Brasil, Serie T 8600

Experimento Nº 4 Selecciones más avanzadas de CATIMOR = T 5175, T 11670 y algunas Serie T 8600

Experimento Nº 5 Híbridos F₁ reproducidos por cultivo de tejidos CAVIMORES

La metodología de evaluación ha sido definida en colaboración con el Dr. Aníbal J. Bettencourt, quien ha asesorado el Programa en varias oportunidades. Al mismo tiempo, PROMECAFE ha realizado una labor de seguimiento y asesoría permanente a la siembra y conducción de los trabajos.

Durante el proyecto se han llevado a cabo seis reuniones regionales con los coordinadores de la actividad de mejoramiento para discutir los problemas metodológicos y presentar los resultados de sus investigaciones.

El Cuadro 12 presenta una relación de los experimentos en desarrollo en los países durante los últimos años.

Después de evaluar los resultados de la investigación en mejoramiento genético en la región, la VI Reunión de Mejoramiento llegó a las siguientes conclusiones*:

Ensayo regional N° 1 (Evaluación de 16 genotipos promisorios con resistencia a roya)

- Se recomienda revisar y replantear los objetivos de este ensayo dado que posee materiales con gran heterogeneidad genética, lo cual hace que los resultados experimentales presenten una alta variabilidad. Esta característica debe ser aprovechada en la selección de descendencias adaptadas a las condiciones particulares de cada región. Por otra parte, debe continuarse la selección por planta en trabajos futuros e incluir un testigo regional.
- En conclusión, el material derivado de la introducción T 5175 se destaca en cuanto a producción en la mayoría de los países, especialmente bajo las condiciones de Costa Rica y Honduras, aunque algunas de las descendencias sean heterocigotas para porte y presenten altos porcentajes de frutos vanos. Es relevante el trabajo de selección genealógica que realiza Honduras con este material. Se les sugiere incluir los criterios de resistencia a roya, defectos y tamaño de semilla en las evaluaciones. Situación similar presentan los materiales descendientes de la T 5159 y T 5259 indicados en los experimentos de la Unidad Central de Mejoramiento en CATIE.

Ensayo regional N° 3 (Evaluación de Catimores Serie T 8600)

- Este material se ha distribuido suficientemente en la mayoría de los países como para establecer su comportamiento en diferentes ambientes. En general, se nota pérdida de vigor después de la segunda o tercera cosecha y respuestas muy diferentes en cuanto a producción, lo cual no permite identificar ningún genotipo sobresaliente. Esta situación muy posiblemente se atribuya a la poca variabilidad genética de este material y a los problemas fisiológicos de la planta.
- Considerando la observación anterior y el nivel de conocimiento actual de estos Catimores, se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones para los trabajos futuros:
 - Seleccionar por líneas (progenies) en cada localidad, definiendo criterios de selección más estrictos que incluyan características de semilla y calidad de bebida.
 - Este material ha mostrado ser más exigente en fertilización y manejo que las variedades tradicionales. Estos aspectos, relacionados con las características del sistema de producción hacia el cual se enfoca la selección, se deben comenzar a estudiar.

Ensayo Regional de Retrocruces (Distribuido por PROMECAFE sin diseño uniforme)

- Las observaciones con respecto a estos materiales aún no son concluyentes, ya que sólo se cuenta con registros de tres cosechas; sin embargo, es importante tomar en cuenta las siguientes anotaciones:

* Únicamente fueron incluidos los Experimentos Regionales N° 1 y 3 por disponer de mayor información. Los demás fueron de reciente distribución.

- Hasta el momento y considerando las características de producción, vigor y porte, y comparándolas con el CATURRA y el CATUAI (testigos comerciales), sobresalen los siguientes retrocruces: T 5298 (1-3) (CATURRA x CATIMOR); T 5306 (1-4) (CAVIMOR); T 5305 (2-2) (CAVIMOR); T 5305 (1-2) (CAVIMOR). Otros materiales que han revelado buenos resultados son el CATIMOR T 5308 (1-3) y el SARCHIMOR T 5296 (1-2).
- Los materiales restantes han resultado ser muy heterogéneos para porte o con altos porcentajes de frutos vanos, aunque algunos mostraron altas producciones.
- Se recomienda continuar con las evaluaciones, poniendo énfasis en los materiales sobresalientes e incluyendo observaciones sobre resistencia a roya y a otras enfermedades, así como características de semilla. Al eliminar las plantas que presenten susceptibilidad a la roya debe tenerse el cuidado de no descartar el germoplasma que posea otras características valiosas.

Del Experimento Regional Nº 2 aún no se tienen resultados diferentes a los de la UCM en la finca La Lola, Costa Rica (Experimento ED 13 antes mencionado).

Otros materiales se encuentran en investigación en los países bajo diseños planificados por ellos como es el caso de los llamados "Retrocruces" compuesto de retrocruces del CATIMOR con MUNDO NOVO, CATUAI y VILLASARCHI.

Resultados de estos experimentos se pueden ver en los siguientes Cuadros del Anexo:

- Cuadro 13: Experimento Regional Nº 1. Los Linderos, Sta. Bárbara, Honduras.
- Cuadro 14: Experimento Regional Nº 3. La Fe, Honduras.
- Cuadro 15: Retrocruces. Los Linderos, Sta. Bárbara, Honduras.
- Cuadro 16: Retrocruces, CICAFAE, Heredia, Costa Rica.
- Cuadro 17: CATIMORES incluidos en el Experimento Regional Nº 1. Finca Las Mesas, Costa Rica.

En estos cuadros se pueden observar las posibilidades de selección de los materiales en estudio. Varios de ellos superan en producción a las variedades comerciales CATURRA y CATUAI, al lograr niveles de producción muy rentables. No obstante, será necesario en un futuro inmediato iniciar trabajos de investigación tendientes a mejorar las prácticas agronómicas bajo las cuales serán cultivados con el máximo de eficiencia.

Cultivo de tejidos en café

Este análisis de laboratorio es objeto de un estudio más amplio a cargo del Dr. Marc Berthouly, asesor del IRCC y responsable de esta actividad, y aparece en el Capítulo 7 del presente libro.

Evaluación de la resistencia del café al *Hemileia vastatrix* Berk & Br.

Esta actividad fue programada para completar los estudios de selección de progenies y asegurar que los materiales sobresalientes poseían una resistencia aceptable para no requerir la aplicación de agroquímicos en el combate de la roya.

Iniciado el proyecto se hicieron dos convenios, uno con la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Brasil, y otro con el Centro de Investigaciones en Royas del Cafeto (CIFC), Portugal. Ambos contratos incluían además de las pruebas de roya, capacitación en servicio para técnicos nacionales.

Hasta el momento, en la UFV se alcanzaron a evaluar 261 descendencias y en el CIFC 310 con quien aún está vigente el contrato. En 1987 se han enviado al CIFC 37 progenies de Honduras (IHCAFE) y de El Salvador (ISIC) (ver Cuadro 18).

Los resultados de estas evaluaciones han permitido identificar algunas plantas muy susceptibles, que son eliminadas de los estudios.

Ellas son:

T 8658 (2)	TH 387 ptas 7, 538, 539	T 5305 (2-2)-43
T 8658 (3)	T 15182	T 5306 (1-4)-20
T 8666 (3-3)	T 5296 (1-2)-5	T 5306 (1-4)-33
T 8657 (2)	T 5298 (1-3)-47	T 5306 (1-4)-51
T 8670 (1)	T 5298 (1-3)-48	T 5308 (1-3)-10
T 8673 (4-3)	T 5305 (2-2)-37	T 5319

Hasta el momento se ha estudiado un tipo de resistencia específica condicionada por genes dominantes de acción correspondientes a genes semejantes en el hongo.

El estudio de otro tipo de resistencia más amplia y el conocimiento de la variabilidad de las plantas en selección es motivo de interés de PROMECAFE. Con este fin el Programa adquirió equipo de laboratorio para dar las facilidades que los países requieren para el estudio de esta resistencia. Los laboratorios serán operados por personal técnico capacitado en el CIFC, Portugal.

Base de datos en fitomejoramiento

Con el fin de organizar y analizar la información obtenida de los experimentos de fitomejoramiento se creó un sistema automatizado que permite al profesional, responsable de la actividad, grabar sus datos de campo, así como ordenar por experimento y por introducción los registros de cosechas, estudios de semilla, resistencia a roya y calidad de bebida, y además analizar estadísticamente los datos y seleccionar las mejores introducciones y plantas.

Esta base ha sido implementada a nivel de la Unidad Central en el CATIE. El siguiente paso será el establecimiento de un Sistema Regional de Información en Fitomejoramiento que incluirá los países miembros de PROMECAFE.

Mayores detalles sobre su funcionamiento serán dados en el Capítulo 6: Red de Información y Desarrollo del Banco de Datos.

Capacitación y divulgación

La capacitación ha merecido especial interés en PROMECAFE. Las metodologías de selección de plantas de café, las relaciones entre el hospedero y la roya han sido los principales aspectos involucrados en la capacitación.

Esta se realizó a nivel internacional con becas de tres a seis meses en la Universidad Federal de Viçosa y el Instituto Agronómico de Campinas de Brasil, y en el CIFIC de Portugal. Hasta 1985 habían estudiado nueve técnicos en Brasil y ocho en Portugal. De cada país adscrito al Proyecto IICA/AID ha asistido al menos un técnico a cada lugar (el Cuadro 19 reseña los asistentes).

A nivel nacional se han dictado conferencias y cursos en todos los países de tal forma que el personal técnico, que tiene a su cargo la actividad de mejoramiento, conozca las metodologías de trabajo y tenga capacidad de interpretar los resultados.

Durante la vida del proyecto, la actividad de mejoramiento tuvo ocho asesores, algunos de ellos en varias oportunidades (ver Cuadro 20). La mayor parte de ellos participaron en cursos y reuniones regionales de mejoramiento.

Las visitas de los asesores incluían giras de campo que se aprovechaban para que los técnicos de un país visitaran las actividades de fitomejoramiento de otro. Se complementaba esta actividad con las reuniones regionales de mejoramiento, que se realizaron en diferentes países y en todos los casos comprendían dos o tres días de visita a los experimentos del país anfitrión (ver los Cuadros 21 y G).

Cuadro G. Reuniones Regionales de Mejoramiento Genético realizadas hasta el presente. PROMECAFE. 1987

REUNION	LUGAR	FECHA	Nº ASISTENTES
I	IICA/San José	23 al 26 de mayo 1977	15
II	CATIE	6 al 10 de agosto 1979	10
III	CATIE	26 al 29 de octubre 1982	11
IV	Guatemala	1 al 5 de octubre 1984	46
V	Honduras	28 de octubre al 1º de noviembre 1985	21
VI	Costa Rica	23-28 Marzo 1987	26

Otra de las labores importantes dentro de la actividad de capacitación es el apoyo al Programa de Posgrado del CATIE y la Universidad de Costa Rica, mediante asesoría y financiamiento a trabajos de tesis de sus estudiantes. El Cuadro H detalla sus resultados.

Resistencia genética a los nematodos

Reconocida la importancia de los nematodos como plaga del cafeto, se inició a partir de 1984 una serie de investigaciones orientadas a realizar evaluaciones de resistencia a nematodos en aquellos materiales promisorios dentro del programa de mejoramiento por resistencia a roya.

Con la tesis de G. Bruno Bolívar se estableció una metodología para evaluar la reacción al nematodo más común en el área: *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887. En este trabajo se estudió el tipo de sustrato, el momento de evaluación de la reacción, el tipo y la dosis de inóculo. Más adelante, en la investigación de N. Morera (1986) se aplicó la metodología sugerida por el autor y se evaluaron tres poblaciones de dicho género de nematodo. La población más virulenta se utilizó para inocular seis genotipos diferentes de *Coffea* spp: CATIMOR (T 8663),

ROBUSTA (T 3759), ANFILLO (T 3824), VILLASARCHI (T 3035), CATUAI (T 5267) y SARCHIMOR (T 5296). Se encontró una respuesta diferencial entre los mismos en lo que se refiere a agallas por planta, diámetro agallas, nematodos por agalla, hembras y juveniles por agalla y huevos por planta (Figura 1); los materiales SARCHIMOR T 5296 y ROBUSTA T 3759 presentaron los menores valores, por lo que se consideran resistentes a este tipo de nematodo.

Actualmente se realizan trabajos en las siguientes áreas:

Recolección y multiplicación de poblaciones de *Meloidogyne exigua*

Recolección de otras especies de *Meloidogyne* sp que afectan al café

Recolección y multiplicación de *Pratylenchus coffeae*

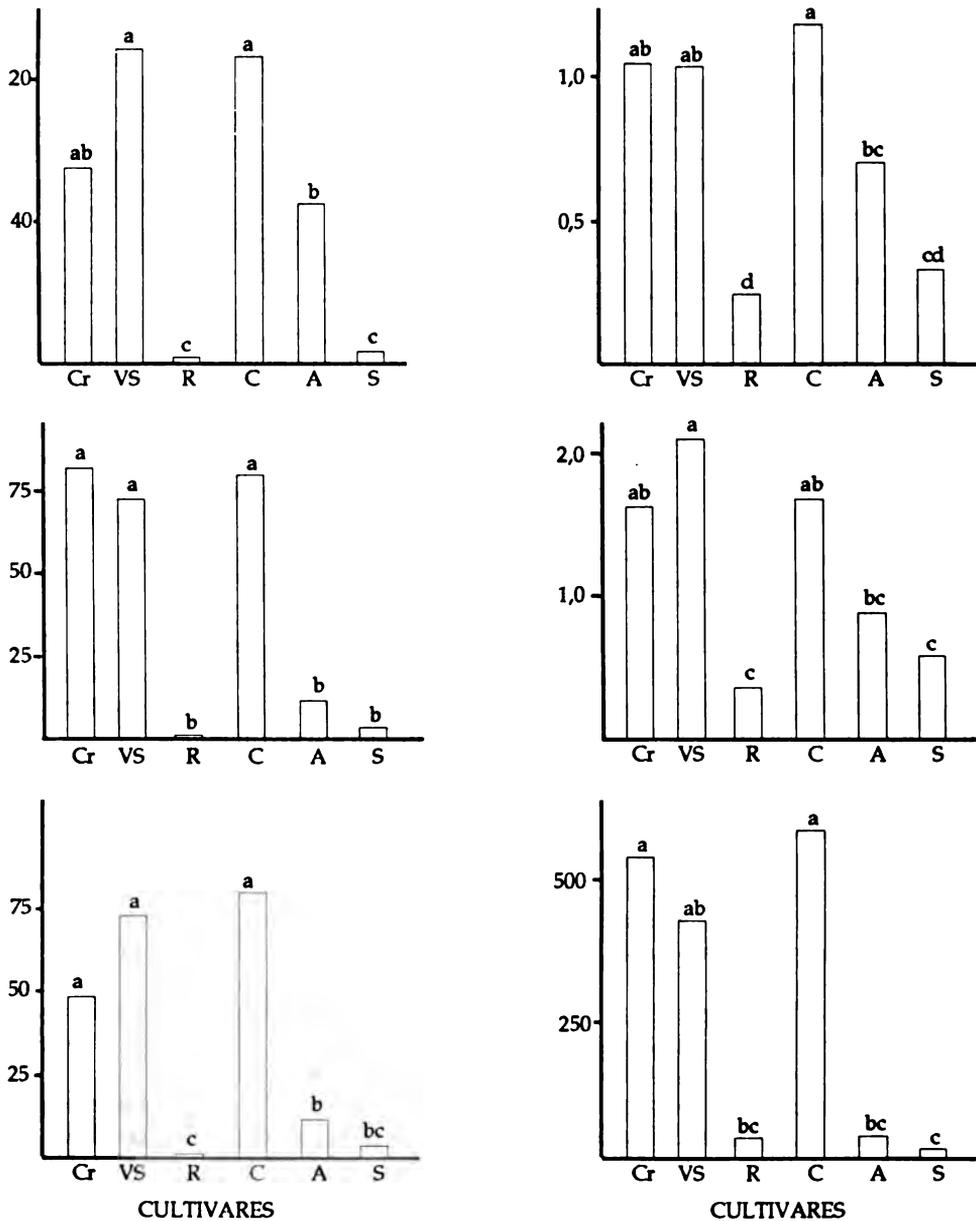
Evaluación de resistencia a *Meloidogyne exigua* de los materiales CATIMOR (T 11670 y T 12870) y SARCHIMOR (T 12856 y T 5296)

Se pretende continuar estos estudios dándole énfasis a los aspectos de ajuste de metodología, incluyendo nuevos géneros y la evaluación de resistencia a nematodos de materiales promisorios por su resistencia a la roya.

Cuadro H. Tesis de maestría financiadas por PROMECAFE en el Programa de posgrado UCR-CATIE. PROMECAFE. 1987

NOMBRE	AÑO	TITULO
Alfonso Martínez	1981	Reacción de cultivares de café (<i>Coffea</i> sp) a <i>Cercospora coffeicola</i> (Berk & Cooke) en Turrialba, Costa Rica
Eduardo A. López C.	1982	Evaluación de cuatro equipos de aspersión en tres pendientes de terreno para el combate de la roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br)
George Bruno Bolívar	1984	Metodología para evaluar la reacción del cafeto al nematodo <i>Meloidogyne exigua</i> Goeldi
José Elías Treviño R.	1986	Estudio del cultivo <i>in vitro</i> de embriones inmaduros de <i>Coffea arabica</i> L.
Nidia M. Morera G.	1986	Evaluación de la interacción entre genotipos de <i>Meloidogyne exigua</i> Goeldi, 1887, y <i>Coffea</i> spp.
Philippe Chatelet	1986	Multiplicación asexual de Catimores en cultivo de tejidos por el método de la embriogénesis somática
Felipe A. Cerón M.	1987	Uso de reguladores de crecimiento vegetal en la inducción <i>in vitro</i> de yemas axilares latentes de <i>Coffea arabica</i> y establecimiento de los brotes vegetativos <i>in vitro</i>

Figura 1. Respuesta de seis cultivares de *Coffea spp* a la inoculación con *Meloidogyne exigua*



Cr = CATIMOR T 8663/5
R = ROBUSTA T 3759

A = ANFILLO T 3824
VS = VILLASARCHI

C = CATUAI T 5267
S = SARCHIMOR T 5296

Nota: *Las columnas con una misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan al 5%.

- Se posee una base genética muy amplia con suficiente variabilidad como para seleccionar no sólo variedades con resistencia a la roya, sino también para producción, resistencia a los nematodos y al CBD (Coffee Berry Disease) y para calidad de bebida y presentación del grano.
- Existe en CATIE una infraestructura muy importante para el estudio de las características físicas de la semilla, la resistencia a *Hemileia vastatrix* y el cultivo de tejidos de café. Estos recursos deberán servir a la región para la selección de introducciones e individuos sobresalientes.
- Se han identificado en la UCM al menos tres poblaciones con muy buenas probabilidades de adaptarse a los requerimientos de los países. Ellas son: CATIMOR Serie T 8600, en especial: T 8666, T 8667, T 8654 y T 8660; CATIMOR T 5175, el cual además de su uniformidad y capacidad de producción posee un tamaño y una presentación de la semilla muy buenos; CATIMOR Variedad Colombia: T 11670 y T 12870 rojo y amarillo, con posibilidades de adaptarse muy bien a las condiciones del pequeño productor.
- Los países han recibido el germoplasma más promisorio que se encuentra sembrado en experimentos. En algunos casos, ya se han identificado las mejores introducciones y se han seleccionado descendencias que son estudiadas en los diferentes ambientes.
- Se han identificado problemas agronómicos en algunas de las introducciones en estudio y es necesario confirmar su desaparición en una posterior generación. Por ejemplo, en la Serie T 8600 falta de longevidad (vigor); en el CATIMOR T 5175 respuesta a las podas y longevidad; en el CATIMOR T 11670 el tamaño de semilla.
- Se ha logrado desarrollar una técnica para reproducir asexualmente plantas de *Coffea arabica* a través del cultivo de tejidos. Durante 1986 y 1987 se distribuyó a los países el Experimento Regional Nº 5 basado en plantas multiplicadas por esta técnica. Las plantas fueron llevadas en platos de Petri, sin contaminación alguna.
- Ha sido evaluada la resistencia genética del café a la roya de los materiales más promisorios, en un centro altamente especializado, lo cual constituye una garantía del trabajo que ha sido encomendado a PROMECAFE.
- Se han dado pasos muy concretos en el ordenamiento y manejo de la información experimental de fitomejoramiento. El técnico podrá copiar los datos de cada cosecha y característica analizada. La computadora los ordena, los suma, analiza e informa cuáles tratamientos y cuáles plantas son sobresalientes, muy buenas, aceptables y descartables.
- Los países cuentan con personas debidamente capacitadas para conducir la investigación en mejoramiento genético del café y el estudio de la resistencia a *Hemileia vastatrix*.
- Se ha distribuido a los técnicos nacionales, participantes en las reuniones regionales de mejoramiento, las memorias de los trabajos de investigación que se conducen en los países, las conferencias e informes de asesores y publicaciones varias sobre temas relacionados.
- Se ha dado un apoyo muy importante al Programa de Posgrado con la asesoría a estudiantes y la elaboración de tesis. La mayor parte de los estudiantes provienen de los países de PROMECAFE.
- Se han realizado avances en la definición de una metodología para evaluar la resistencia genética del café a los nematodos del género *Meloidogyne* sp y se está iniciando para *Pratylenchus* sp.

Metas para el próximo período

- Aumentar la variabilidad genética del Banco de Germoplasma de CATIE para resistencia a nematodos, CBD, minador de la hoja y broca.
- Continuar la evaluación de germoplasma introducido por PROMECAFE para resistencia a la roya.
- Ampliar las evaluaciones de características de semillas y calidad de bebida en la UCM y en los países.
- Distribuir nuevas pruebas regionales con germoplasma de selecciones recientes en la UCM y en los países.
- Definir la aplicación de la técnica desarrollada para la multiplicación asexual del café por cultivo de tejidos en el mejoramiento genético del café.
- Establecer en los países las pruebas de resistencia a la roya y el estudio de la resistencia parcial (horizontal). Continuar las evaluaciones en CIFC, Portugal.
- Ajustar los programas existentes a la Base de Datos de Fitomejoramiento y establecer la Red Regional.
- Continuar la capacitación en fitomejoramiento, cultivo de tejidos, manejo de la Base de Datos, resistencia a la roya y a nematodos.
- Definir y aplicar la metodología de evaluación de resistencia para nematodos a los materiales más avanzados en selección.

Anexo

Cuadro 1. Introducciones de PROMECAFE al Banco de Germoplasma de CATIE ^a

	Portugal CIFC	Brasil UFV	Colombia IAC CENICAFE	El Salvador ISIC	EUA USDA	Francia IRCC	México INMECAFE	India	Costa Rica MAG PROMECAFE
1978		20							
1980			1		32		5		
1981	6	17					22	6	
1983		58	12						
1984	27			12					3 20
1985	31	70	4			53			
1986	32	35		1		68			
TOTAL/ PAIS	96	200	16	2	12	32	121	27	6
									3 20

^a Entre 1978 y 1986, PROMECAFE efectuó un total de 535 introducciones.

Cuadro 2. Descripción del germoplasma introducido por PROMECAFE al Banco

AÑO	Nº	DESCRIPCION	GENERACION
1978	21	UFV 386 (CIFC Hw 26/5)	F ₅
1981	6	Poblaciones CIFC 7960 al 7965	F ₆
1983	16	UFV 1359 (UFV 386/45)	F ₅
		UFV1340 (UFV 386/19)	F ₅
		UFV 2121 (UFV 417/670)	F ₅
1983	14	UFV 1083, 1091 y 1096 (CAVIMOR)	F ₃
		UFV 1668 y 1669	F ₃
		UFV 1001 (CACHIMOR)	F ₄
		IAC LC 1662, 1663 y 1703	F ₃
1983	28	UFV 1603 (7 plantas) (UFV 395/141)	F ₅
		UFV 1606 (3 plantas) (UFV 395/141)	F ₅
1983	9	UFV 1541 (UFV 392/62)	F ₅
		IAC LCH 4782, 3851 y 3849	F ₂
		ICATU	
1984	27	CIFC H 673 al H 703 (CAVIMOR)	F ₁
1985	26	CIFC H 718 al H 752 (CAVIMOR)	F ₁
1985	31	UFV 1340, UFV 1603, UFV 2000, UFV 2051	F ₅
1985	4	IAC 1669-31-11 SARCHIMOR	F ₃
1985	21	Líneas de MUNDO NOVO	
1985	11	Líneas de CATUAI	
1986	14	UFV 1340, UFV 1603, UFV 2051	F ₇
1986	5	Poblaciones CIFC 7958, 7960 al 7963	F ₅
1986	7	CIFC H 829 a H 835	F ₁
1986	19	CIFC H 641 al H 659	F ₂

Cuadro 3. Detalle de los experimentos conducidos por la Unidad Central de Mejoramiento en el CATIE y fincas cercanas

CODIGO	FECHA SIEMBRA	Nº TRAT.	Nº COSECHAS	DESCRIPCION
CMS 1	1981	1	3	CATUAI
COS 1	1979	17	6	CATIMORES Serie T 8600
COS 3	1981	11	4	SACHIMOR (1), CACHIMOR (1), CATIMOR (4), CAVIMOR (5)
COS 5	1981	1	4	CATIMOR seleccionado en Colombia
COS 6	1982	8	3	CATIMOR (4), GARNICA (4)
COS 7	1982	5	3	CATIMOR (poblaciones del CIFC)
COS 8*	1981	5	4	ICATU (1), CAVIMOR (1), CATIMOR (2), CACHIMOR (1)
COS 9*	1983	1	2	CATIMOR T 5175
COS 10*	1983	7	2	CATIMOR Serie T 8600
COS 11*	1981	1	4	CATIMOR seleccionado en Colombia
COS 12*	1981	7	4	CATIMOR Serie T 8600
COS 13	1979	16	3	Híbridos con GEISHA (5), CATIMOR (4), CATURRA (2), CATUAI (2), MUNDO NOVO (1), GEISHA (1), HIBRIDO DE TIMOR (1)
COS 14	1983	1	1	TH 387 Híbrido Las Mesas
COS 15*	1983	1	2	TH 387 Híbrido Las Mesas
COS 16	1985	1	0	CATIMOR de mezcla física de semillas
COS 17*	1986	27	0	CATIMOR (8), MUNDO NOVO (10), CATURRA (8), SARCHIMOR (1)
COS 18	1986	2	0	CATUAI (1), VILLASARCHI (1)
COS 19	1986	14	0	CAVIMOR (12), CATURRA (1), CATUAI (1)
COS 20	1986	7	0	CATIMOR (6) producido por cultivo de tejidos, CATUAI (1)
COS 21	1986	8	0	CAVIMOR (5), CATURRA, CATUAI, C. ARABICA silvestre (1)
COS 22	1986	22	0	CATIMOR (8), MUNDO NOVO (5), CATURRA (4), CATUAI (1), AMPHILLO (1), SARCHIMOR (2), VILLASARCHI
COS 23	1985	5	0	CATIMOR
ED 1	1979	16	5	Idem al COS 13
ED 4	1981	100	3	CATIMOR Serie T 8600
ED 5	1983	20	2	CATIMOR (16), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 6	1983	16	2	CATIMOR (12), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 7	1983	16	2	CATIMOR (4), CACHIMOR (4), CAVIMOR (6), SARCHIMOR (2), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 8	1983	24	2	CATIMOR (20), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 9	1983	15	2	CATIMOR (3), ICATU (6), CAVIMOR (2), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 10*	1983	9	2	CATIMOR (7), CACHIMOR (1), CATUAI (1)
ED 11*	1983	16	2	CATIMOR (12), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 13*	1982	10	3	ROBUSTA
ED 14	1984	26	1	CAVIMOR (2), CATURRA (2), CATUAI (2)
ED 15*	1983	6	2	CATIMOR (4), CATURRA (1), CATUAI (1)
ED 16	1985	20	0	CATUAI (1), MUNDO NOVO (19)
ED 17	1985	25	0	CATIMOR (15), CATURRA (2), CATUAI (4), SARCHIMOR (4)
ED 18	1985	10	0	CATIMOR (7), CAVIMOR (1), CATUAI (2)
ED 19*	1986	12	0	MUNDO NOVO (11), CATUAI (1)
ED 20*	1986	9	0	CATUAI (5), SARCHIMOR (2), CAVIMOR (1), CATIMOR (1)
ED 21	1986	9	0	CATIMOR (3), CAVIMOR (4), CATURRA (1), CATUAI (1)
ED 22	1987	18	0	CATUAI (11), CATIMOR (5), CATURRA (2)
ED 23	1987	18	0	CAVIMOR (16), CATUAI (1), CATURRA (1)
ED 24	1987	15	0	CATUAI (5), MUNDO NOVO (1), CATIMOR (7), CATURRA (2)

* Ensayos ubicados fuera de CATIE.

Cuadro 4. Descripción de tratamientos del experimento ED 1*

NUMERO TURRIALBA	DESCRIPCION
T 2308	CATURRA ROJO
T 3386	CATURRA AMARILLO
T 5267	CATUAI ROJO
T 5268	CATUAI AMARILLO
T 2544	MUNDO NOVO
T 5043	GEISHA (VC 496) (T 2722)
T 4387	HIBRIDO DE TIMOR (CIFC 1343/86)
T 5155	CATIMOR, CATURRA AMARILLO x HIBRIDO DE TIMOR (Colombia)
T 5159	CATIMOR, CIFC 19/1 CATURRA x 832/1 HIBRIDO
T 5175	832/1 HIBRIDO DE TIMOR
T 5269	CATIMOR, CIFC H.W. 26/13-19/1 CATURRA x 832/1 HIBRIDO DE TIMOR
TH 345	(F 840 x GEISHA T 2722) x HIBRIDO DE TIMOR
TH 219	KP 423 T 2717 x GEISHA T 2722
TH 164	K 7 T 2737 x GEISHA T 2722
TH 163	BA 21 T 2691 x GEISHA T 2722

* ED 1: Ensayo de descendencias Nº 1.

Cuadro 5. Informe de las 20 mejores plantas del experimento ED 13, La Lola

NUMERO INTRODUCCION	NUMERO PLANTA	TOTAL PRODUCCION	PROMEDIO PRODUCCION
T 3752	724	34 100	11 366
T 3755	316	30 945	10 315
T 3580	345	30 215	10 071
T 3580	290	29 915	9 971
T 3751	278	29 620	9 873
T 3751	340	29 385	9 795
T 3752	396	29 055	9 685
T 3580	627	28 530	9 510
T 3580	358	28 400	9 466
T 3751	293	28 040	9 346
T 3580	225	27 360	9 120
T 3755	674	27 150	9 050
T 3754	281	27 090	9 030
T 3752	124	26 990	8 996
T 3756	554	26 755	8 918
T 3581	738	26 590	8 863
T 3752	657	25 925	8 641
T 3751	731	25 760	8 586
T 3752	689	25 685	8 561
T 3757	544	25 635	8 545

Cuadro 6. Estudio del tamaño del grano verde (oro) en introducciones de Robusta del experimento ED 13, La Lola

INTRODUCCION	PORCENTAJE DEL TAMAÑO DEL TAMIZ EN PULGADAS							
	20/64	19/64	18/64	17/64	16/64	15/64	15/64	17/64
T 3564	6	12	20	25	23	9	5	63
T 3580	14	13	17	23	20	7	5	67
T 3581	19	20	21	20	14	4	2	80
T 3751	17	20	21	20	13	4	2	77
T 3752	21	21	21	18	13	4	2	81
T 3753	29	21	18	17	10	2	3	85
T 3754	14	18	22	22	15	6	4	76
T 3755	21	18	18	20	16	4	2	77
T 3756	33	22	18	14	8	2	2	87
T 3757	17	21	21	20	15	5	2	79

Cuadro 7. Descripción de las introducciones, Serie T 8600, evaluadas en el ensayo COS 1

CAFETO TURRIALBA F ₃	PROGENIE UFV-F ₃	F ₄	CAFETO UFV F ₃
T 8654	UFV 2323	UFV 1350-174	UFV 386-52
T 8655	UFV 2326	UFV 1350-255	UFV 386-52
T 8656	UFV 2328	UFV 1350-260	UFV 386-52
T 8657	UFV 2410	UFV 1354-652	UFV 386-30
T 8657	UFV 2412	UFV 1354-719	UFV 386-30
T 8659	UFV 2760	UFV 1359-43	UFV 396-45
T 8660	UFV 2762	UFV 1359-45	UFV 386-45
T 8661	UFV 2768	UFV 1359-129	UFV 386-45
T 8662	UFV 2773	UFV 1359-152	UFV 386-45
T 8663	UFV 2776	UFV 1359-155	UFV 386-45
T 8664	UFV 2777	UFV 1359-155	UFV 386-45
T 8665	UFV 3000	UFV 1348-68	UFV 386-58
T 8666	UFV 3001	UFV 1348-70	UFV 386-58
T 8667	UFV 3005	UFV 1348-150	UFV 386-58
T 8668	UFV 3800	UFV 1450-170	UFV 390-75
T 8669	UFV 3801	UFV 1450-363	UFV 390-75
T 8670	UFV 3831	UFV 1453-182	UFV 390-35
T 8672	UFV 3930	UFV 1605-16	UFV 395-7
T 8673	UFV 3931	UFV 1608-327	UFV 395-7

Cuadro 8. Informe de producción y grano vano de las 20 mejores plantas del ensayo COS 1

INTRODUCCION	NUMERO PLANTA	TOTAL PRODUCCION	PROMEDIO PRODUCCION	PROMEDIO GRANO VANO
T 8654	32	23 884	3 980	3.0
T 8667	107	20 910	3 485	4.8
T 8654	5	20 265	3 377	3.2
T 8667	109	19 480	3 246	5.6
T 8666	43	17 650	2 941	14.2
T 8661	83	15 875	2 645	20.6
T 8660	9	15 640	2 606	4.2
T 8666	15	15 355	2 559	5.8
T 8666	16	15 280	2 546	10.2
T 8667	161	15 020	2 503	3.5
T 8662	128	14 920	2 486	3.5
T 8660	54	14 815	2 469	2.2
T 8662	129	14 760	2 460	6.2
T 8660	10	14 570	2 428	3.8
T 8655	89	14 440	2 406	6.8
T 8660	8	14 070	2 345	3.5
T 8660	25	14 000	2 333	5.2
T 8667	132	13 980	2 330	4.2
T 8667	131	13 805	2 300	4.2
T 8666	48	13 700	2 283	12.2

Cuadro 9. Estudio del tamaño de la semilla (oro sin pergamino) de las introducciones en el ensayo COS 1

INTRODUCCION	TAMAÑO DEL TAMIZ EN PULGADAS							
	20/64	19/64	18/64	17/64	16/64	15/64	15/64	17/64
T 8654	13.47	10.30	13.05	17.32	20.08	13.88	13.68	58.14
T 8655	4.48	6.29	10.30	13.41	19.59	39.61	29.91	34.48
T 8656	6.28	7.08	11.07	15.70	24.67	25.08	17.50	40.13
T 8657	18.09	10.14	11.56	13.74	21.34	3.65	12.28	53.53
T 8658	15.72	14.28	15.78	19.55	16.86	22.38	8.26	65.33
T 8659	3.70	5.83	9.40	13.63	18.76	5.84	25.69	13.56
T 8660	4.56	6.00	9.04	14.90	24.48	25.20	21.84	34.50
T 8661	6.33	8.47	13.22	18.42	26.74	13.51	13.34	46.44
T 8662	9.55	8.72	11.18	15.95	22.89	16.02	16.35	45.95
T 8663	3.51	6.06	8.76	11.33	23.76	21.13	25.40	29.66
T 8664	2.13	6.07	10.38	17.37	25.67	11.65	18.83	35.95
T 8665	20.93	13.96	14.20	15.02	12.69	7.32	14.50	64.11
T 8666	20.24	14.49	15.69	16.96	25.66	5.56	9.40	67.38
T 8667	9.64	10.12	12.52	16.82	20.00	7.35	17.40	49.14
T 8672	12.90	13.92	16.17	16.17	16.56	18.84	14.39	52.96
T 8673	14.84	13.52	15.79	16.42	17.38	11.28	10.72	60.57

Nota: Para fines de comparación la variedad CATURRA posee un 60% de granos mayores a 17/64.

Cuadro 10. Descripción de los progenitores de las descendencias en estudio en el ensayo COS 3 ^a

PROGENITOR (N° Turrialba)	DESCRIPCION	HIBRIDO O SELECCION CIFIC
12856 (F ₃)	SARCHIMOR UFV 349-09 F ₂	H 361
12858 (F ₂)	CACHIMOR UFV 351-33 F ₁	H 529
12860 (F ₂)	CATIMOR UFV 1350-? F ₄ , UFV 386-52 F ₃	Hw 26/5
12862 (F ₂)	CAVIMOR UFV 1083-629 F ₂ , UFV 357-59 F ₁	H 528
12863 (F ₂)	CAVIMOR UFV 1088-121 F ₂ , UFV 357-59 F ₁	H 528
12865 (F ₂)	CAVIMOR UFV 1091-221 F ₂ , UFV 357-59 F ₁	H 528
12866 (F ₂)	CAVIMOR UFV 1096-272 F ₂ , UFV 357-59 F ₁	H 528
12868 (F ₂)	CATIMOR UFV 1606-36 F ₄ , UFV 395-15 F ₃	H 26/5
12869 (F ₂)	CATIMOR UFV 1541-559 F ₄ , UFV 392-62	H 26/5
12870 (F ₄)	CATIMOR UFV 2070-788 F ₃ , CENICAFE, UFV 180-39 F ₂	CENICAFE
12864 (F ₂)	CAVIMOR UFV 1088-163 F ₂ , UFV 357-59 F ₁	H 529

^a Título: estudio de adaptación de descendencias seleccionadas en Brasil.

Diseño: no tiene.

Fecha de siembra: diciembre de 1981.

Ubicación: finca La Molina.

Cuadro 11. Registro de producción y grano vano de las 20 mejores plantas del ensayo COS 3

INTRODUCCION	NUMERO PLANTA	TOTAL PRODUCCION	PROMEDIO PRODUCCION	PROMEDIO GRANO VANO
T 12870	462	14 170	3 542	3.7
T 12866	315	14 070	3 517	5.3
T 12870	497	13 780	3 445	3.3
T 12870	504	13 382	3 345	3.7
T 12866	281	13 335	3 333	6.5
T 12870	490	11 940	2 985	6.0
T 12870	461	11 560	2 890	5.0
T 12866	276	11 520	2 880	3.0
T 12870	560	11 450	2 862	4.0
T 12870	481	11 310	2 827	3.7
T 12870	501	11 245	2 811	3.3
T 12870	512	11 180	2 795	5.7
T 12870	480	11 115	2 778	3.7
T 12856	18	10 850	2 712	32.5
T 12858	54	10 760	2 690	12.3
T 12870	482	10 700	2 675	3.7
T 12870	563	10 430	2 607	6.0
T 12864	466	10 360	2 590	4.3
T 12870	572	10 185	2 546	3.0

Cuadro 12. Registro de experimentos conducidos en los países según informe presentado a la VI Reunión Regional de Mejoramiento. Costa Rica, 1987

PAIS	TIPO DE ENSAYO	NUMERO EXP.	MATERIALES PROVENIENTES DE PROMECAFE
MEXICO			
INMECAFE	Lote de observación y selección	1	CATIMORES T 5175, T 11670 y Serie T 8600
	Comparación progenies con resistencia a roya	1	
INIFAP	Introducción y selección de genotipos con resistencia a roya	1	Ensayo Regional 1
	Adaptación de genotipos con resistencia a roya	4	CATIMORES Serie T 8600
COSTA RICA			
	Comparación líneas con resistencia a roya	3	CATIMORES, CAVIMORES y SARCHIMORES T 5296 a T 5317
	Comparación de híbridos con resistencia a roya	1	CATIMORES T 5155 a T 5269 y TH 387
	Comparación de descendencias Serie T 8600	4	CATIMORES Serie T 8600 y Poblaciones de Portugal
	Comparación de CATIMORES Serie T 8600 y T 5175	8	CATIMORES Serie T 8600 y T 5175
	Evaluación de líneas de CATUAI	1	CATUAI T 16763 a T 16778
	Evaluación de selecciones avanzadas con resistencia a roya	1	Ensayo Regional 4

Cuadro 12. Continuación

PAIS	TIPO DE ENSAYO	NUMERO EXP.	MATERIALES PROVENIENTES DE PROMECAFE
HONDURAS	Evaluación de 16 genotipos promisorios de café	1	Ensayo Regional 1
	Evaluación de 15 genotipos con resistencia a roya	1	CATIMORES, MUNDOMORES, CAVIMORES T 5218 a T 5321
	Evaluación de progenies de CATIMOR	4	CATIMORES Serie T 8600, incluye el Ensayo Regional 3
	Pruebas Regionales de adaptación de CATIMORES seleccionados	6	Serie T 8600 y T 5175
	Evaluación de 18 progenies seleccionadas	2	CATIMORES T 5175, T 5155 y T 5159
	Evaluación de selecciones avanzadas de CATIMOR	3	Ensayo Regional 4
EL SALVADOR	Evaluación de la adaptabilidad de café con resistencia a roya	3	CATIMORES T 5175
	Evaluación de híbridos con resistencia a roya	1	Ensayo Regional 4
	Evaluación de CATIMORES en distintas condiciones	1	CATIMORES, MUNDOMORES, CAVIMORES, T 5296 a T 5317
GUATEMALA	Evaluación de CATIMORES Serie T 8600. Incluye Ensayo Regional 3	3	CATIMORES Serie T 8600. Incluye Ensayo Regional 3
	Evaluación de la adaptabilidad de 14 sublíneas con resistencia a roya		CATIMORES Serie T 8600
PANAMA	Evaluación de CATIMORES de la Serie T 8600	1	CATIMORES Serie T 8600. Ensayo Regional 3
	Evaluación de selecciones más avanzadas de CATIMORES	2	CATIMORES T 5175, T 11670 y Serie T 8600
REPUBLICA DOMINICANA	Evaluación de 16 genotipos promisorios	2	Ensayo Regional 1
	Evaluación de CATIMORES de la Serie T 8600	2	Ensayo Regional 3
NICARAGUA	Evaluación de adaptabilidad de café con factores de resistencia a roya	1	Ensayo Regional 1
	Evaluación de adaptabilidad de CATIMORES a nivel regional	1	CATIMORES T 5155 a T 5269

Cuadro 13. Evaluación de 16 genotipos de café promisorios por su producción y resistencia a la roya. FS-80 (80). Los Linderos, Honduras. IHCAFE ^a

N° INTRO- DUCCION	PAIS	PORTE	Producción anual Kg / Cereza				Promedio de porcentaje flotante	Producción acumulada por planta	03/87 Vigor ultimo año
			1983 1984	1984 1985	1985 1986	1986 1987			
T 5175	Ct Ct		4,29	7,53	3,68	8,20	6,2	23,70	6,0
T 2544	ct ct		2,81	4,79	5,55	6,40	3,7	19,55	6,0
T 5267	Ct Ct		2,61	5,64	3,22	7,71	4,6	19,18	6,0
T 5269	Ct Ct		2,92	6,18	3,66	6,38	7,7	19,14	6,3
T 2722	ct ct		2,79	4,69	5,40	5,63	7,6	18,51	6,1
T 5159	Ct Ct		3,97	4,90	3,58	5,55	4,6	18,00	6,1
T 5268	Ct Ct		2,49	5,97	2,62	6,43	5,4	17,51	6,4
T 2308	Ct Ct		3,00	5,05	3,02	5,73	8,1	16,80	6,3
T 3386	Ct Ct		1,82	5,20	5,35	6,98	13,0	16,35	6,1
T 5155	Ct ct		2,90	3,93	4,22	4,53	4,4	15,58	6,1
TH 219	ct ct		1,84	4,68	3,46	4,94	13,1	14,92	6,3
T 4387	ct ct		2,21	3,19	4,39	4,98	4,9	14,77	5,8
TH 345	ct ct		2,01	3,60	4,57	4,32	15,0	14,50	6,4
TH 217	ct ct		1,29	3,28	3,66	3,75	4,4	11,98	6,2
TH 163	ct ct		1,04	2,31	2,67	4,15	12,9	10,17	4,9
TH 164	ct ct		0,90	2,24	3,13	3,57	7,3	9,84	5,7

^a Se puede observar que el Catimor T 5175 es el mejor material en producción acumulada de cuatro años de cosecha y que supera a Mundo Novo (T 2544) y Caturra (T 2308) en 82%, 81% y 71% respectivamente. Aún conserva buen vigor vegetativo comparable con estas variedades.

Cuadro 14. Evaluación de 11 progenies (F₆) de Catimor (Caturra x Híbrido de Timor) de la Serie T 8600. FF-81 (159). La Fe, Honduras ^a

N° INTRO- DUCCION	PAIS	PORTE	Producción anual Kg / Cereza				Promedio de porcentaje flotante	Producción acumulada por planta	03/87 Vigor ultimo año
			1983 1984	1984 1985	1985 1986	1986 1987			
T 8663 (1-3)	Ct Ct		4,29	7,53	3,68	8,20	6,2	23,70	6,0
T 8659 (4-5)	ct ct		2,81	4,79	5,55	6,40	3,7	19,55	6,0
T 8673 (2-2)	Ct Ct		2,61	5,64	3,22	7,71	4,6	19,18	6,0
T 8660 (1-4)	Ct Ct		2,92	6,18	3,66	6,38	7,7	19,14	6,3
T 8662 (2-5)	ct ct		2,79	4,69	5,40	5,63	7,6	18,51	6,1
T 8664 (2-4)	Ct Ct		3,97	4,90	3,58	5,55	4,6	18,00	6,1
T 8666 (1-4)	Ct Ct		2,49	5,97	2,62	6,43	5,4	17,51	6,4
T 8657 (2-5)	Ct Ct		3,00	5,05	3,02	5,73	8,1	16,80	6,3
T 8664 (1-2)	Ct Ct		1,82	5,20	5,35	6,98	13,0	16,35	6,1
T 8668 (1-5)	Ct ct		2,90	3,93	4,22	4,53	4,4	15,58	6,1
T 8673 (1-5)	ct ct		1,84	4,68	3,46	4,94	13,1	14,92	6,3
CATURRA SIN TRAT.	ct ct		2,21	3,19	4,39	4,98	4,9	14,77	5,8

^a Este material fue podado (recepta a 40 cm de altura) en 1987, después de la cuarta cosecha.

Cuadro 15. Evaluación de 15 genotipos de café con posible resistencia a la roya. FS-80 (98). Los Linderos, Honduras. IHCAFE ^a

N° INTRO-DUCCION	PAIS	PORTE	Producción anual Kg/ Cereza				Promedio de porcentaje flotante	Producción acumulada por planta	03/87 Vigor ultimo año
			1983 1984	1984 1985	1985 1986	1986 1987			
T 5299	Ct ct		3,30	6,97	5,54	7,70	11,8	23,51	6,5
T 5267	Ct Ct		2,45	5,24	5,62	4,15	5,4	17,46	6,6
T 5296	Ct Ct		2,88	4,68	4,79	5,10	5,5	17,45	6,2
T 5297	Ct Ct		2,20	4,97	4,95	5,03	7,0	17,15	5,9
T 5316	Ct ct		2,30	4,52	5,35	4,25	7,3	16,42	6,5
T 5315	Ct Ct		2,61	4,05	5,83	3,83	6,3	16,32	6,0
T 5305	Ct ct		2,05	4,19	4,62	5,27	8,3	16,13	6,1
T 5308	Ct Ct		2,31	2,19	5,75	3,17	5,8	13,42	6,8
T 5306	Ct ct		2,00	3,01	5,27	3,12	8,5	13,40	6,6
T 5319	Ct ct		1,21	3,11	4,68	3,69	5,2	12,69	6,9
T 5298	Ct Ct		2,15	3,56	2,32	4,11	6,1	12,14	5,9
T 5317	Ct ct		1,64	3,37	3,96	3,12	6,9	12,09	5,7
T 5302	Ct Ct		2,10	2,73	3,03	3,82	12,9	11,68	6,1
T 5218	Ct ct		1,53	1,38	4,34	2,43	4,5	9,68	5,5
T 5321	Ct ct		1,37	1,83	2,75	1,98	5,2	7,93	5,6
T 5320	Ct Ct		0,77	2,20	1,46	3,09	5,3	7,52	5,0

^a Conviene destacar que el mejor material en producción en cuatro años de cosecha acumulados es T 5299 (Mundomor); superó al Catuai (T 5267) en 74% y los materiales T 5296 y T 5297 presentan producción muy similar al Catuai.

Cuadro 16. Estudio comparativo de líneas con resistencia a la roya. CF 01-MG-103-6-82. CICAPE, Heredia, Costa Rica. MAG

TRATAMIENTO	FANEGAS/Ha	Kg CEREZA/Ha	PORCENTAJE	EFFECTO
T 5308 (1-2)	73,63 *	19.001	106	A
CATUAI	72,80	18.787	105	A
T 5298 (1-3)	70,51	18.196	102	AB
T 5317 (2-3)	69,22	17.976	101	ABC
T 5308 (1-3)	69,40	17.909	100	ABC
CATURRA	69,30	17.884	100	ABC
T 5315 (1-3)	68,81	17.757	99	ABC
T 5305 (1-2)	64,26	16.583	93	BCD
T 5307 (1-5)	63,36	16.351	91	BCD
T 5306 (1-4)	63,09	16.281	91	BCD
T 5316 (1-2)	62,00	16.000	89	D
T 5296 (1-2)	60,23	15.543	87	D
T 5305 (2-2)	57,11	14.738	82	D
T 5316 (3-4)	48,46	12.506	70	E

Nota: 1 fanega= 400 litros de cereza.
C.V. = 8%.

* Promedio de tres cosechas (1984-85/1986-87).

Cuadro 17. Estudio comparativo de híbridos con resistencia a la roya en relación con el cultivar CATUAI, CF 01-MG-112-5-84. Las Mesas, Costa Rica. MAG ^a

	TRATAMIENTO	FANEGAS x Ha	Kg CEREZA x Ha	PORCENTAJE	EFECTO
T 5159	5	62.30*	16.077	201	A
T 5175	3	62.20	16.051	201	A
TH 387	2	51.00	13.161	165	B
T 5269	4	49.90	12.877	161	B
T 5155	6	43.70	11.277	141	B
CATUAI R.	1	31.00	8.000	100	C

^a Condiciones: 1.200 m.s.n.m., 19.6 °C, 2.126 mm. Bloques al azar.

C.V.= 13%

* Promedio de tres cosechas (1984-85/1986-87).

Cuadro 18. Progenies enviadas por país al CIFIC y a la UFV para evaluar su resistencia a la roya

INSTITUCION	PAIS	Nº POR CIFIC	LUGAR UFV
Semillas del MIDA ROBUSTAS MAG	Panamá		26
ANACAFE	Costa Rica		23
ISIC	Guatemala	35	5
IHCAFE	El Salvador	141	
PROMECAFE	Honduras	30	
(Unidad Central)	Costa Rica	127	208
TOTAL DE PROGENIES EVALUADAS		333	257

Cuadro 19. Capacitación en servicio para técnicos de los países. PROMECAFE, 1987

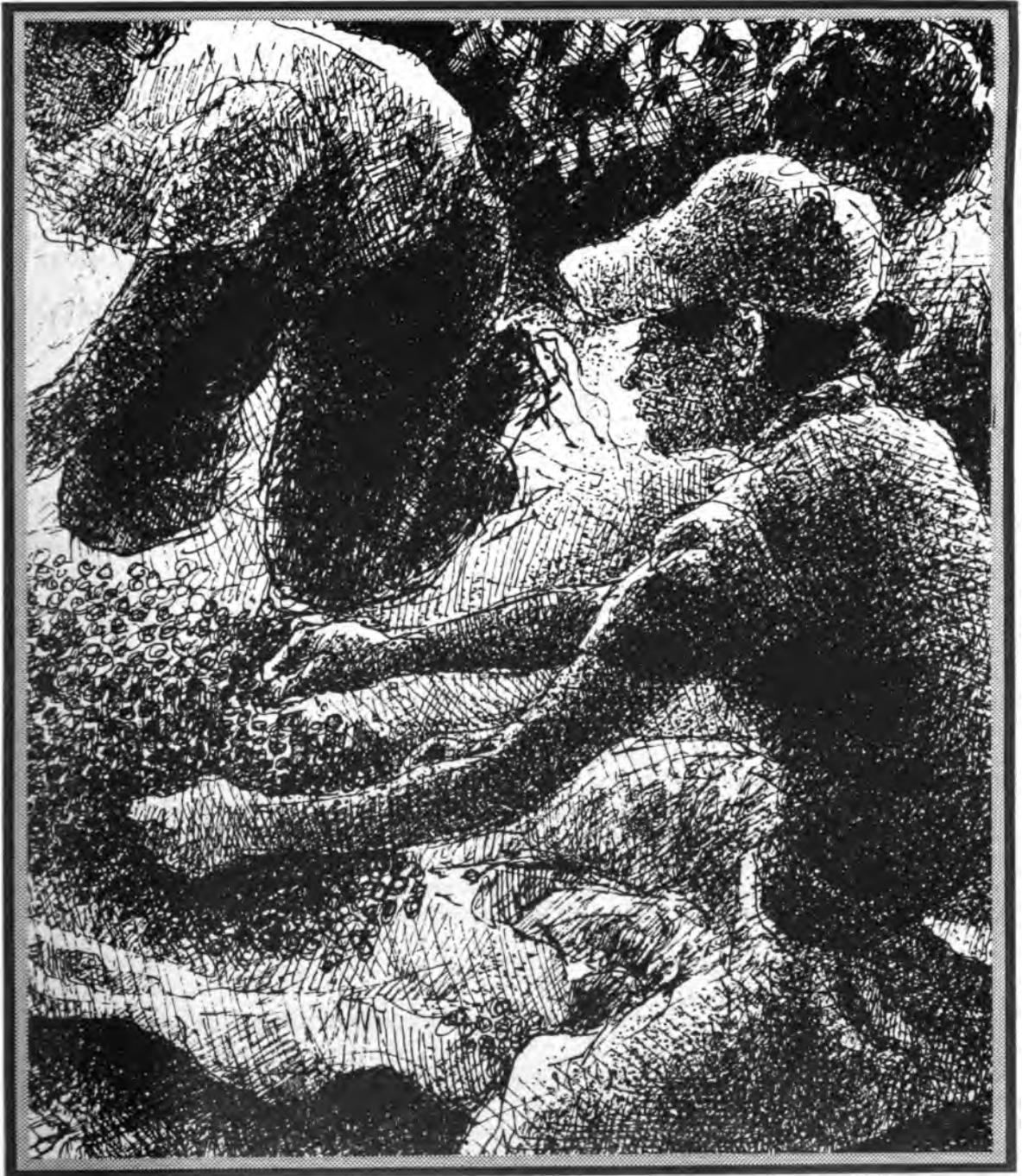
NOMBRE	AÑO	LUGAR	PAIS
Rolando Vásquez	1983	CIFIC	Costa Rica
Anselmo González	1983	CIFIC	Nicaragua
Luis Arturo Menéndez	1983	CIFIC	Guatemala
Francisco Anzueto	1983	UFV-Brasil	Guatemala
Juan José Osorto	1983	UFV-Brasil	Honduras
Humberto Bermúdez	1984	UFV-Brasil	Panamá
José N. Irigoyen	1984	UFV-Brasil	El Salvador
Humberto Gómez	1984	UFV-Brasil	Costa Rica
Rodney Santacroo	1984	CIFIC	Honduras
Erwin Vásquez	1984	CIFIC	Guatemala
Faubio Bautista Pérez	1985	CIFIC	El Salvador
Isidro Barboza	1985	CIFIC	Nicaragua
Carls Williams	1985	CIFIC	Panamá
Orlando Mora	1985	UFV-Brasil	Costa Rica
Edwin Flores	1985	UFV-Brasil	Honduras
José G. Rivera	1985	UFV-Brasil	Nicaragua
Francisco Holguín Meléndez	1985	CIFIC	México

**Cuadro 20. Asesores de PROMECAFE en la actividad de desarrollo de variedades.
PROMECAFE. 1987**

NOMBRE	INSTITUCION	DURACION	FECHA
Germán Moreno	FEDERACAFE-Colombia	1 semana	Julio 1982
A.J. Bettencourt	CIFC, Portugal	3 semanas	Octubre 1982
A.J. Bettencourt	CIFC, Portugal	16 semanas	Abril 1983
A.J. Bettencourt	CIFC, Portugal	12 semanas	Julio 1985
Jaime Castillo Z.	FEDERACAFE-Colombia	2 semanas	Octubre 1984
Antonio Alves Pereira	EPAMIG-UFV-Brasil	2 semanas	Noviembre 1985
Pierre Dublín	IRCC, Francia	3 semanas	Noviembre 1983
Pierre Dublín	IRCC, Francia	3 semanas	Noviembre 1984
Pierre Dublín	IRCC, Francia	3 semanas	Noviembre 1985
George Op den Bosch	Particular	11 meses	Agosto 1986
Ernesto López	Particular	2 semanas	Mayo 1986
Pedro Oñoro	Particular	5 semanas	Mayo 1987

**Cuadro 21. Detalle del intercambio y capacitación en servicio de técnicos de los países.
PROMECAFE. 1987**

NOMBRE DEL TECNICO	INSTITUCION	PAIS SEDE	PAIS VISITADO
Francisco Anzueto	ANACAFE	Guatemala	México
Andrés Rivera D.	INMECAFE	México	Guatemala
Alfonso Regalado O.	INMECAFE	México	Guatemala
Alfredo Huerta D.	INMECAFE	México	Guatemala
Sergio Cabrera R.	INMECAFE	México	Guatemala
Alfredo Zamarripa	INIA	México	Guatemala
José N. Irigoyen	ISIC	El Salvador	El Salvador
Enrique Jiménez	MAG	Costa Rica	El Salvador/Honduras
Humberto Bermúdez	MIDA	Panamá	El Salvador/Honduras
Juan A. Escoto	IHCAFE	Honduras	Costa Rica
Gloria Sánchez	MIDA	Panamá	CATIE, C.R.
Laura París Moreno	INIAP	Ecuador	CATIE, C.R.
Julio René del Cid	ANACAFE	Guatemala	CATIE, C.R.



Capítulo seis



6

Red de información y desarrollo del Banco de datos

Jorge H. Echeverri

Objetivos

- Difundir la información y datos experimentales disponibles en la región y en las instituciones de investigación de café en el mundo.
- Manejar y analizar la información generada por el proyecto.

Con estos objetivos PROMECAFE creó en esta primera etapa, dos Bases de Datos grabados en computador personal.

La primera de ellas agrupa la bibliografía existente en la Biblioteca Conmemorativa Orton del IICA en Turrialba, Costa Rica, y la segunda los datos experimentales producidos en los experimentos de PROMECAFE en Turrialba sobre fitomejoramiento.

En la primera etapa del proceso se dedicaron todos los esfuerzos para crear las bases, elaborando los programas de microcomputador necesarios y digitando o grabando la información. Se espera para una próxima etapa de PROMECAFE, crear la red de información regional que involucre a los centros de documentación y los programas de investigación de los países.

Base de datos bibliográficos de café

Esta actividad se desarrolla en coordinación con el IICA/CIDIA y la Biblioteca Conmemorativa Orton. Incluye la recolección de artículos sobre café, la categorización e indización de la información y la recopilación de bibliografías específicas.

La Base de Datos Bibliográfica dispone en este momento de más de 7.200 registros, la mayoría de ellos con un resumen del contenido del documento. Cubre literatura a nivel mundial y en especial la generada en América Latina y el Caribe.

La información registrada en la base de datos puede ser recuperada por: autores personales y corporativos, temas o asuntos específicos, países y años de publicación.

Las primeras búsquedas hechas en esta base se detallan a continuación:

Tema investigado	Nº Ref.	Institución que la solicitó
Transferencia de tecnología	83	Univ. Católica Río Janeiro, Brasil
<i>Colletotrichum coffeanum</i>	203	Estudiante Univ. de Costa Rica
Riego por goteo	10	INCAFE, El Salvador
Costos de beneficiado de café	16	Biblioteca Venezuela, IICA
<i>Ceratitís capitata</i>	33	PROMECAFE
Pulpa de café como abono	17	Biblioteca Venezuela, IICA
Trastornos fisiológicos en café	19	ANACAFE, Guatemala
Cochinillas del café	63	ANACAFE, Guatemala
Sombra en café	162	Cooperativa Aragón, Turrialba
Desechos de café en alimentación animal	86	Biblioteca Venezuela, IICA
Almácigo o semilleros de café	152	Biblioteca Venezuela, IICA
Resistencia genética del café a la broca	16	PROMECAFE
Asistencia técnica	35	Univ. Católica Río Janeiro, Brasil

La base de datos permite atender solicitudes de los usuarios relacionados con los siguientes servicios:

- Búsqueda de la información, retrospectiva sobre temas específicos.
- Diseminación selectiva de la información.
- Boletines de alerta sobre información llegada a la Biblioteca Orton y Centros de Documentación de los países.
- Reproducción de documentos en fotocopias.
- Consulta de documentos existentes en los diferentes Centros de Documentación de la región.

Durante 1985 y 1986 se efectuaron dos cursos de capacitación para el personal encargado de los centros nacionales de documentación. Al primero de ellos asistieron 10 personas y al segundo 9. Estos cursos tenían por objetivo dar información general sobre bibliotecología: ordenamiento y archivo de documentos, elaboración de fichas descriptivas, conocimiento de sistemas de búsqueda y consulta de bibliografías.

Se espera en otra etapa del Proyecto capacitarlos específicamente en el manejo de la base de datos y el uso del computador, no solo para realizar búsquedas, sino para catalogar e indizar la información de su propio centro. Este material será básico para la creación de la Red de información bibliográfica, la cual se pretende ampliar a otros países como Colombia y Brasil.

Base de datos de mejoramiento de café

La investigación en mejoramiento genético del café genera gran cantidad y diversidad de información, la cual debe ser ordenada, almacenada y analizada eficiente y constantemente. En este sentido, el desarrollo de equipo ("hardware") y de programas ("software") para microcomputadoras y especialmente, el auge que han tenido los paquetes comerciales para la gestión de bases de datos, han abierto más y mejores posibilidades a menor costo.

Con estas consideraciones, PROMECAFE ha puesto su empeño en establecer un Banco de Datos de Mejoramiento que incluye los resultados de los ensayos de campo, las evaluaciones de resistencia a la roya, la caracterización de las semillas y la calidad de bebida de los materiales genéticos estudiados.

Si se tiene en cuenta que en el germoplasma en evaluación debe ser individualmente estudiada cada planta de un experimento, con el objetivo de seleccionar plantas madres de características sobresalientes, el volumen de información es prácticamente imposible de procesar, a no ser de que se invierta muchísimo tiempo en ello. Por esto la Base de Datos de Mejoramiento se ha diseñado en una forma muy sencilla, de forma que el investigador grave en el programa del computador los datos tal y como vienen del campo. La computadora los suma, promedia, ordena y analiza, dando por resultado una selección matemática y estadística de las mejores plantas.

En la primera etapa del Proyecto, todos los esfuerzos se han destinado a crear el sistema a partir de la información disponible en la Unidad Central de Mejoramiento en el CATIE, con los archivos correspondientes. El paso siguiente será acomodar los programas a las necesidades de los países, con la idea de que sirvan tanto para analizar los experimentos de fitomejoramiento como los de otras áreas de investigación.

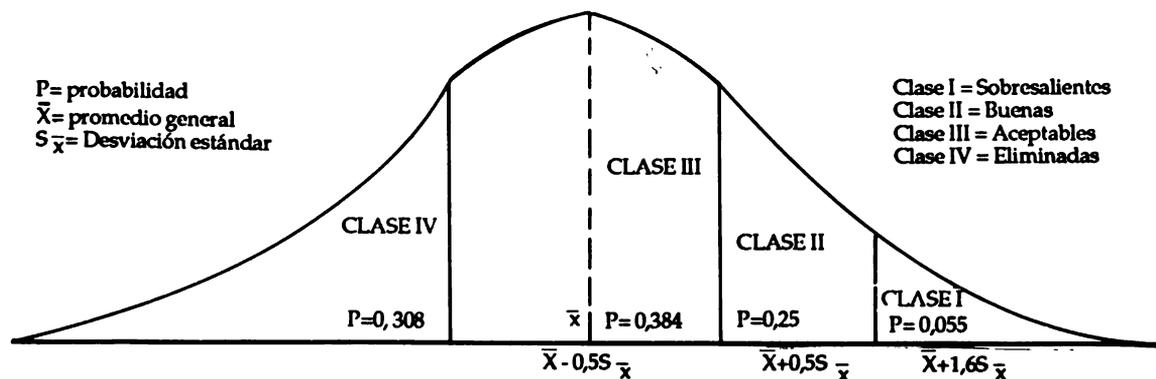
Si todos los países de la región utilizaran el mismo programa y analizaran de forma semejante los experimentos sería más fácil crear una red o un sistema regional de información experimental.

En la actualidad se cuenta con dos programas básicos:

El primero de ellos conocido con el nombre de FITOM utiliza el programa DBASE III y está diseñado con base en "menús", de modo que una vez que se despliega el primero basta seguir las instrucciones.

El segundo programa se llama SELEC. La aplicación de procedimientos estadísticos convencionales en la investigación en fitomejoramiento se dificulta a veces debido al diseño de los ensayos, a la pérdida de tratamientos o a las variables que se deben evaluar. Por esta razón, se decidió desarrollar una metodología que considere esos aspectos y que utilice criterios insesgados en la selección de los materiales. Este programa, desarrollado en lenguaje BASIC, parte de los archivos que se generan con la base FITOM, los cuales depuran, ordenan y transforman para ser leídos por el mismo.

El procedimiento de selección del programa SELEC se basa en el supuesto de que los materiales incluidos en los ensayos tienen una alta variabilidad entre introducciones y dentro de éstas. Una alternativa adecuada, ante esa situación, consiste en hacer una clasificación y selección entre las introducciones y luego una selección de plantas individuales dentro de cada introducción. El método adoptado tiene por tanto en cuenta las varianzas promedio entre introducciones para hacer la primera selección y la varianza dentro de cada introducción para hacer la selección por plantas. Considera también los promedios y divide la población en grupos de probabilidad. A continuación se ilustra en una curva normal de la población lo anterior con las clases resultantes para la selección entre introducciones:



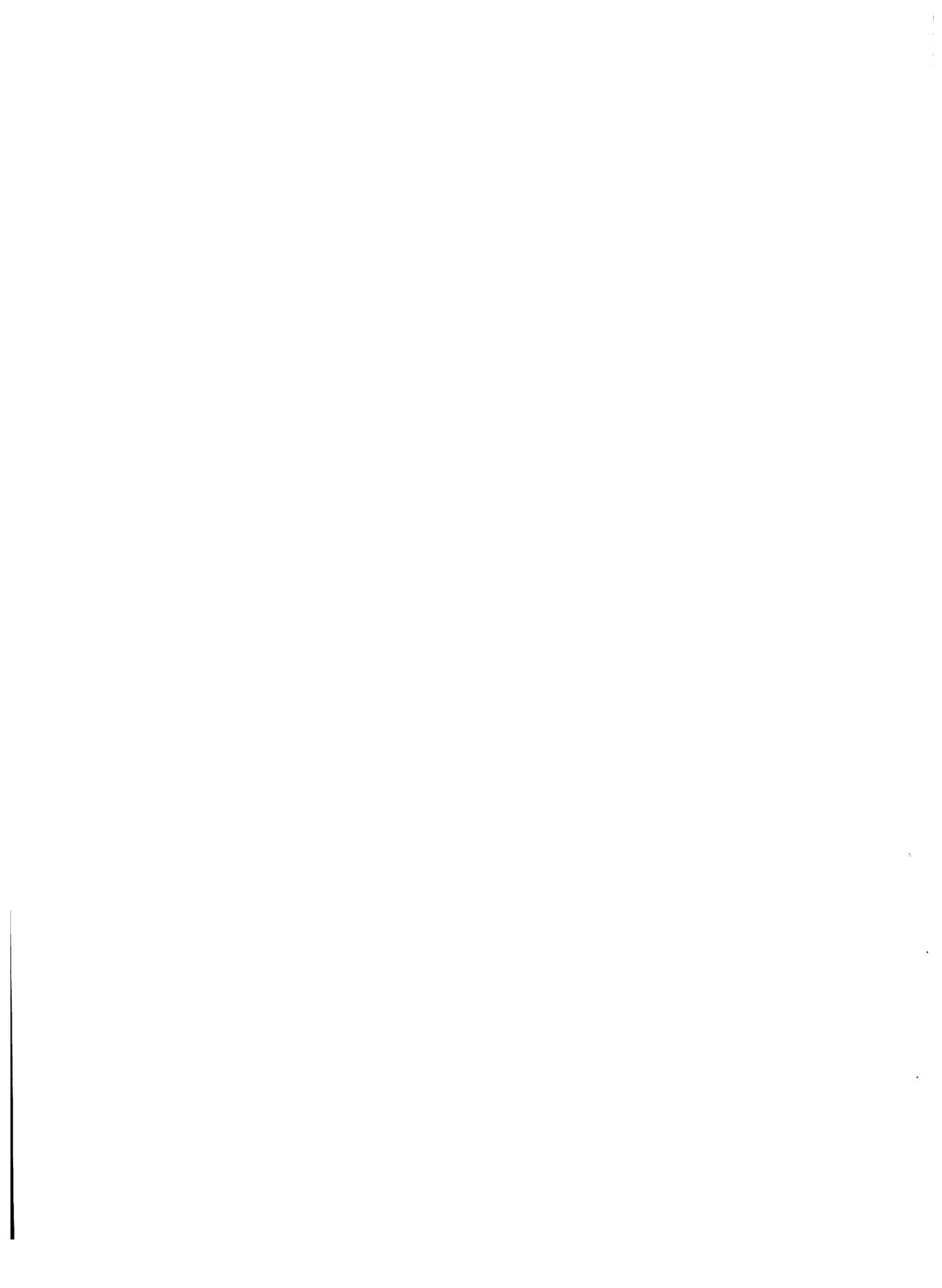
La información contenida en los Cuadros B y D del Capítulo 5 presentan los datos de un análisis hecho en un experimento de fitomejoramiento. En ellos se pueden ver cuáles de las introducciones fueron sobresalientes, buenas, aceptables o deben ser eliminadas. Esto quiere decir que el promedio de las introducciones que caen en la curva normal después del promedio más 1.6 de desviación estándar son sobresalientes; las que están entre $\bar{X} + 0,5S_x$ son buenas; y así sucesivamente.

El programa toma individualmente las plantas de cada introducción y las distribuye en una curva semejante y hace otra selección indicando cuáles plantas son sobresalientes y deberían ser estudiadas individualmente, cuáles se podrían mezclar para formar una población de plantas buenas y cuáles deberían descartarse.

Este programa dará un criterio matemático al investigador, quien deberá analizar los resultados y tomar las decisiones necesarias para eliminar o continuar el estudio de una descendencia.



Capítulo siete



Cultivo *in vitro* de *Coffea arabica*

Marc Berthouly*
Alberto Berríos**

Los numerosos trabajos realizados en cultivo de tejidos desde 1970 demuestran que las especies cultivadas *Coffea arabica* y *Coffea canephora* responden favorablemente a este tipo de cultivo.

Los progresos realizados desde entonces en cultivo de tejidos en café abren nuevas perspectivas a los investigadores, utilizando la multiplicación asexual *in vitro* para la multiplicación de variedades mejoradas heterocigotas. Esta técnica es necesaria para conservar la identidad genética de dichos híbridos.

Objetivos del programa

Desde 1982 PROMECAFE ha tenido como uno de sus objetivos la definición y establecimiento de una metodología de multiplicación asexual en cultivo de tejidos, con el fin de multiplicar líneas de CATIMOR (Híbrido de Caturra con Híbrido de Timor) resistentes a la roya.

Además de eso, desde 1986 se ha venido desarrollando trabajos con el fin de transferir y establecer en nuestras condiciones la metodología del cultivo *in vitro* de la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

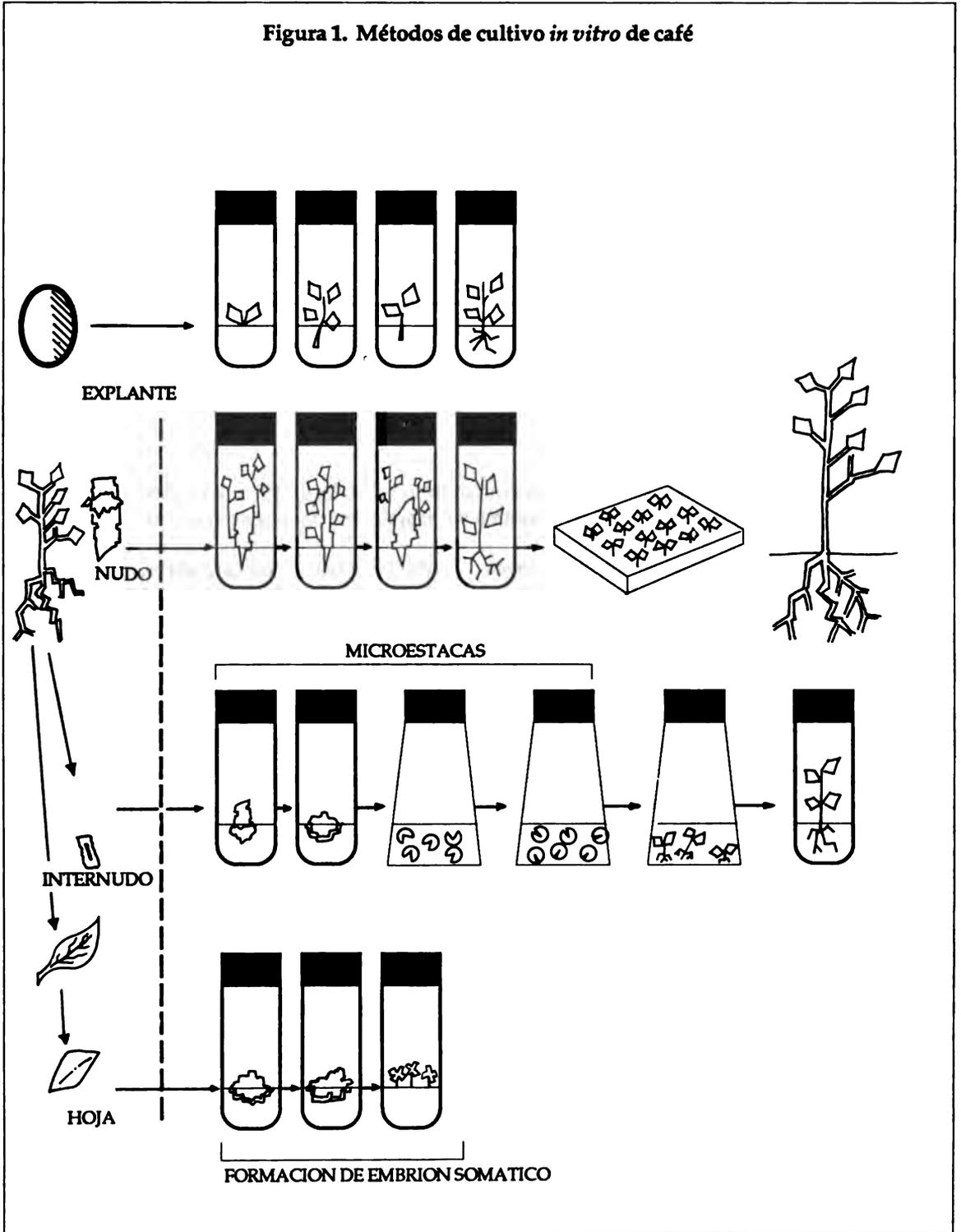
Dentro de los objetivos específicos cabe mencionar el cultivo *in vitro* de plantas, el cual es realizado partiendo fragmentos tomados del vegetal completo. Estos pedazos de tejidos que se usan son llamados comúnmente "explantes". La parte de la planta de la cual son obtenidos dependerá de la metodología utilizada.

Así, al nivel de PROMECAFE se han definido tres tipos de cultivo aséptico (ver Figura 1): cultivo de estacas o multiplicación asexual mediante microestacas; cultivo de hojas o multiplicación asexual mediante embriogénesis somática; y cultivo de embriones.

* Genetista IRCC- PROMECAFE.

** Ingeniero agrícola, técnico de PROMECAFE.

Figura 1. Métodos de cultivo *in vitro* de café



Actividades realizadas en el laboratorio

Multiplicación *in vitro* de *Coffea arabica* variedad Catimor

Multiplicación asexual mediante microestacas (Figura 2)

Dicha técnica tiene como finalidad la inducción *in vitro* de las yemas axilares latentes que existen a nivel de los nudos ortotrópicos, sus desarrollos en brotes ortotrópicos y sus multiplicaciones en gran escala.

Esta metodología comprende tres fases:

- **Establecimiento de un banco de germoplasma a partir de nudos ortotrópicos de plantas de invernadero o de campo**
Generalmente se utilizan los tres o cuatro primeros nudos de ramas ortotrópicas. Los explantes son sometidos a todo un proceso de desinfección antes de ser sembrados en un medio aséptico compuesto de sales minerales, vitaminas y reguladores de crecimiento.
- **Fase de multiplicación**
Después de tres meses las yemas se han desarrollado en brotes ortotrópicos con tres o cuatro pares de hojas y son divididos en tres o cuatro "micronudos" con un par de hojas. Dichos nudos son sembrados de nuevo en un medio aséptico con nutrientes y reguladores de crecimiento. Cada "micronudo" puede dar un promedio de seis a ocho microestacas cada 80 a 90 días. Se siembran cuatro microestacas por frasco.
- **Fase de aclimatación**
A los dos meses de cultivo cuando las microestacas tienen unos tres pares de hojas y miden 1 cm, se les somete a un tratamiento con hormonas (durante 24 horas) para inducción de raíces antes de transplantarlas directamente en el vivero en una bolsa de plástico con un sustrato adecuado que permitirá un buen desarrollo tanto de las raíces como del resto de las plantas.
Se han multiplicado cerca de 80.000 plantas: una parte fue sembrada en el campo en 1986, otra en 1987, y se ha mandado a los países un ensayo regional de plantas producidas *in vitro* (Ensayo Regional N° 5).

Multiplicación asexual mediante embriogénesis somática (Figura 3)

Dicha técnica corresponde a la producción de embriones a partir de tejidos somáticos y comprende dos fases:

- **Una fase de inducción**
Después de ser desinfectadas las hojas son cortadas en pedazos cuadrados de 1 cm de tamaño antes de ser sembrados en un medio aséptico compuesto de sales minerales y reguladores de crecimiento. El equilibrio (auxina/citocinina) de dichos reguladores es muy importante; de él va a depender la reorientación de las células somáticas en células totipotentes.

Figura 2. Multiplicación por microestacas

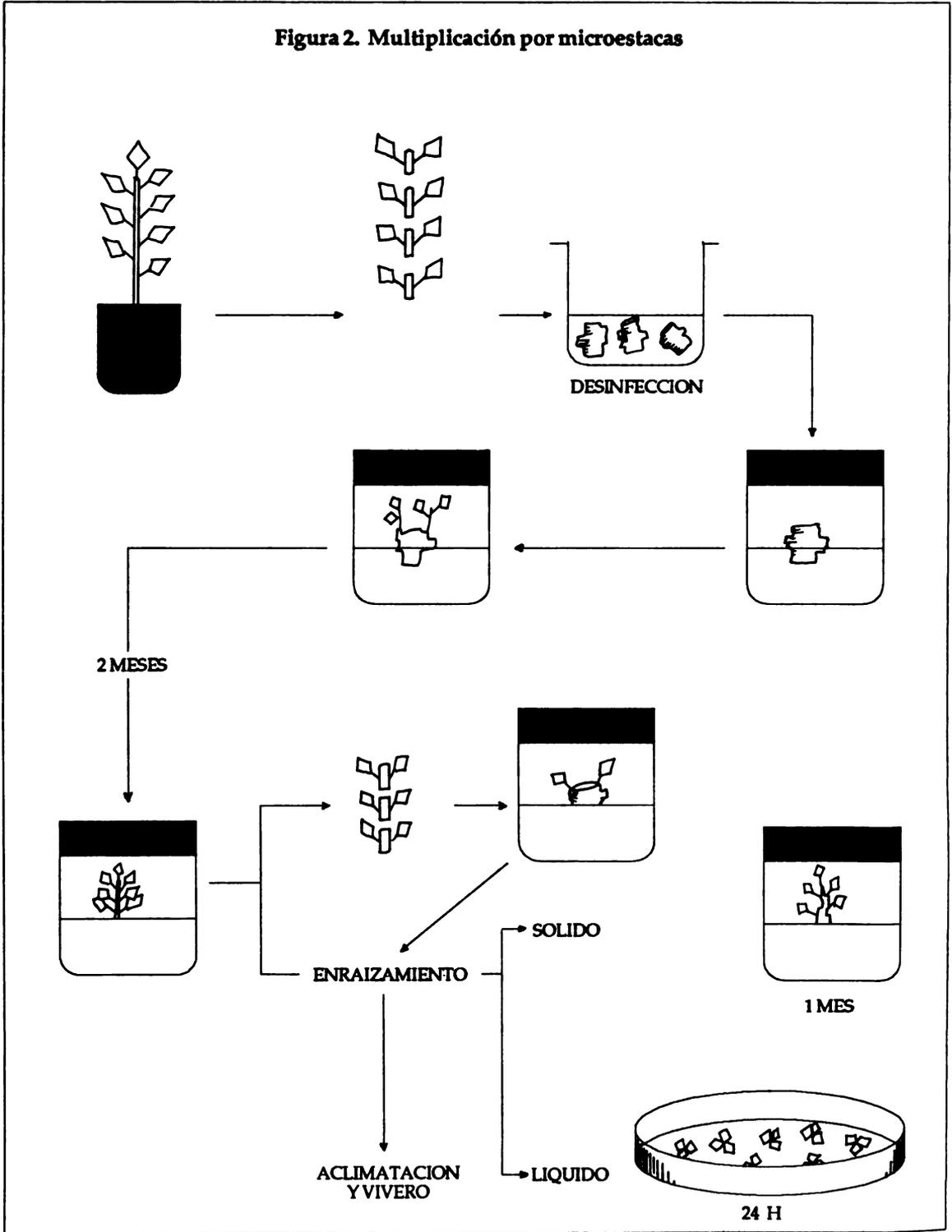
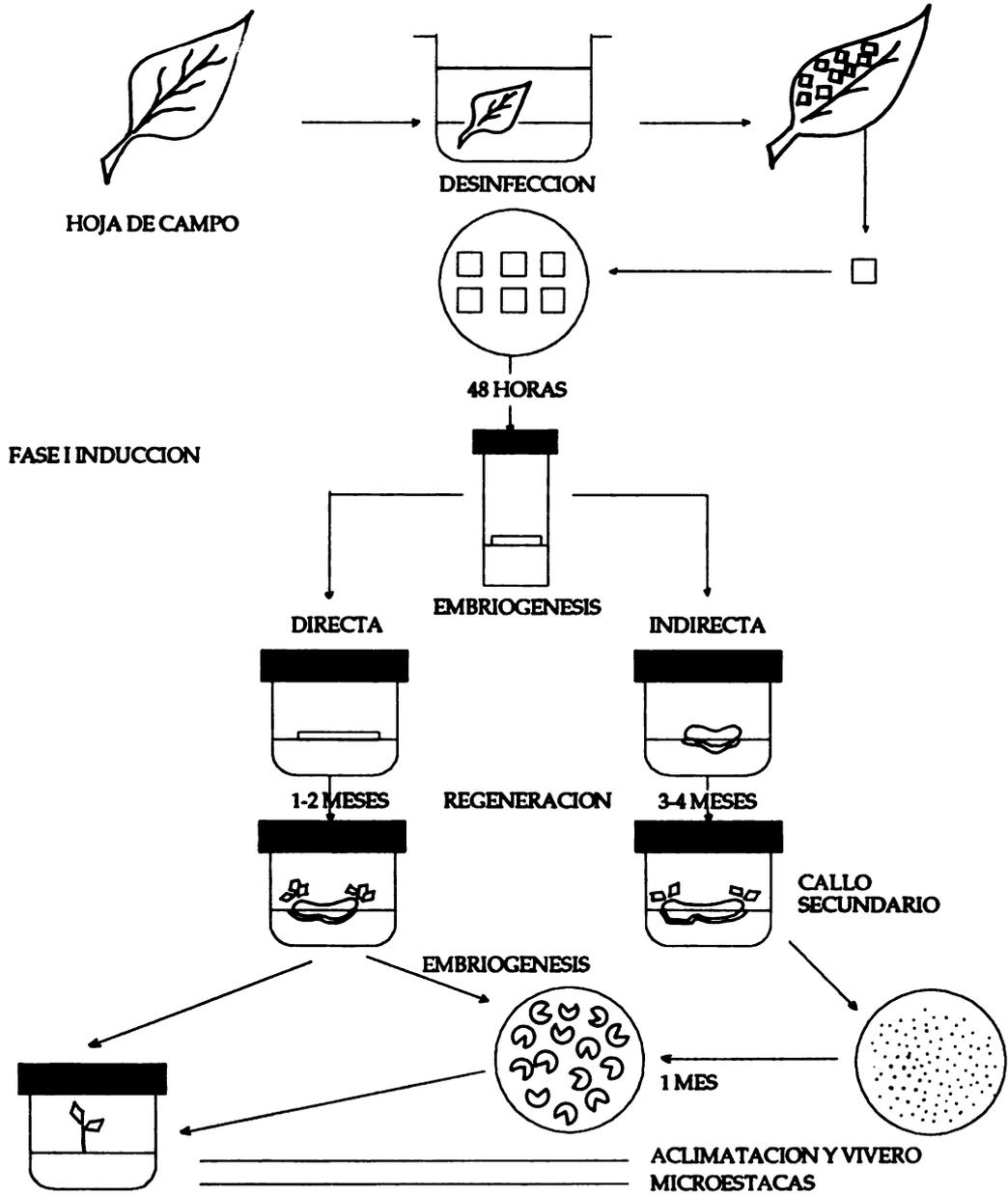


Figura 3. Embriogénesis somática



- Una fase de regeneración
Durante este período, dicha célula totipotente va a generar embriones. Existen dos tipos de embriogénesis somática: por un lado la embriogénesis somática directa donde los embriones son producidos directamente sobre el explante sin callo, y por otro lado la embriogénesis somática indirecta donde los embriones son producidos a partir de un callo secundario.

Cultivo de embriones

Dicha técnica permite, en el caso de existir muy poca semilla de un híbrido, multiplicarlo en cantidades deseadas.

Las semillas son sometidas a un proceso de desinfección como todos los explantes vegetales. Después se hace un corte triangular donde se localiza el embrión; luego, con la punta del bisturí, se quitan los primeros tegumentos para ver el embrión y se siembra en un medio aséptico compuesto de sales minerales, vitaminas y reguladores de crecimiento.

Una vez que el embrión se desarrolla y que la plantita tiene de cuatro a seis pares de hojas se puede multiplicar por microestacas.

Estudio del cultivo *in vitro* de la roya del café (*Hemileia vastatrix*)

Objetivos

Los objetivos se dividen en cuatro puntos:

- Encontrar el mejor método de inoculación de este patógeno en hojas de cultivares susceptibles de café (Caturra, Catuaí).
- Determinar las condiciones óptimas que favorezcan la infección de la roya.
- Evaluar diferentes métodos de desinfección que permitan el establecimiento *in vitro* de las hojas inoculadas.
- Reproducir el inóculo sobre hojas de café cultivadas asépticamente o sobre plantitas asépticas obtenidas por la técnica de microestacas.

Metodología

El inóculo se recolectó en cafetales de los alrededores de Turrialba. Se guardó en cápsulas de gelatina, dentro de frascos con tapa hermética que contenían ácido sulfúrico al 32,6% para crear una humedad relativa del 50%.

Las hojas escogidas de plantas de café de Caturra y Catuaí se desinfectaron, previo a la inoculación, con etanol al 70% (30 segundos) e hipoclorito de calcio (CA(C10)₂) al 1% (20 minutos).

Posteriormente, se inocularon con la ayuda de un pincel o con una suspensión de esporas (4,5 × 10⁴ esporas/ml). Inmediatamente se colocaron en cajas de plástico sobre papel toalla humedecida y se pusieron en oscuridad por 48 horas. Transcurrido este tiempo se trasladaron a las cámaras de crecimiento con un fotoperíodo de 16 horas de luz, una iluminación de 2.000 lux al nivel de los estantes y una temperatura de 24 ± 1° C. Diez días después de la inoculación, se les efectuó otra desinfección preliminar con hipoclorito de calcio. A los 15 días de la inoculación se procedió a cultivarlas *in vitro*. Se siguió el procedimiento para la desinfección normal de hojas de café (CA(C10)₂ al 10% por 30 minutos más CA(C10)₂ al 8% por 20 minutos).

Capacitación

Se impartieron dos cursos en cultivo de tejidos en 1985 y 1986 durante los cuales se capacitaron a 23 técnicos. Otro aspecto de la capacitación fue la realización de tres tesis en el laboratorio de cultivo de tejidos en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- J.E. Treviño: Cultivo de embriones inmaduros de *Coffea arabica* variedad Catimor, Tesis Mg. Sc.
- A.L. Flores: Aclimatación de plantas de *Coffea arabica* producidas *in vitro*. Tesis de Ing. Agron.
- F. Ceron Martí: Uso de reguladores de crecimiento para la inducción *in vitro* de yemas axilares latentes de *Coffea arabica* y su propagación *in vitro*. Tesis de Mg. Sc.

Resultados obtenidos

Multiplicación *in vitro* de café

Propagación mediante microestacas

Un banco de germoplasma *in vitro* de 80 líneas de *Coffea arabica* ha sido establecido en el laboratorio y comprende Catimores seleccionados de la Serie T-86; retrocruces entre Catimores de la Serie T-86 con variedades comerciales como el Caturra, Catuaí, hecho en el centro del ICAFE (Costa Rica); retrocruces entre Catimores y Caturra y Catuaí, hecho en el CIFIC (Portugal); otras variedades tales como Caturra, Catuaí, Robusta y Arabusta.

Los trabajos realizados por PROMECAFE demuestran, al contrario de lo que se pensó hace tres o cuatro años, que la multiplicación *in vitro* del café a partir de la inducción de yemas axilares latentes es posible en nuestras condiciones.

Conviene destacar los puntos siguientes:

- Se puede controlar la contaminación fungosa y bacteriana (hasta el 90-95%) para el establecimiento *in vitro* de nudo ortotrópico, con el fin de constituir un banco de germoplasma.
- Para la variedad Catimor unas estacas pueden producir de seis a ocho microestacas cada 80 días, lo que significa un promedio de 11.000 plantas por año.
- La aclimatación de las plantas producidas *in vitro* puede ser realizada directamente en el vivero con un éxito del 95 a 100%.
- PROMECAFE ha producido cerca de 100.000 plantas: una parte fue sembrada en el campo en 1986, otra en 1987, algunas están en el vivero en fase de aclimatación y el resto está todavía en cámara de crecimiento.

Multiplicación asexual mediante embriogénesis somática

Aunque se han obtenido embriones de Catimores (algunos se encuentran actualmente en el vivero), los resultados alcanzados no son suficientes para poder afirmar que la metodología está establecida.

Cultivo de embriones

Dicha técnica se realiza normalmente y sin problema en el laboratorio y puede ser utilizada en el caso de que no exista suficientes semillas de híbridos; permitiría de esta forma multiplicarlas en las cantidades deseadas.

Pruebas regionales de adaptación en los países

En 1986 se aprovechó de que la metodología estaba establecida para mandar a los países el Experimento Regional N° 5 de plantas reproducidas mediante microestacas en cultivo de tejidos. Por eso, las plantitas de 1 cm de tamaño con tres pares de hojas fueron tratadas durante 24 horas con solución de auxina (para inducir las raíces) y después enviadas en papel filtro húmedo en una caja de "esterefón". Así se envió cerca de 600 plantas en cada país para aclimatarlas en el campo (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de material producido por cultivo de tejidos enviado a varios países para la siembra del Experimento Regional N° 5

Número Turrialba	Número CIFC	Descripción	Costa Rica(*)	Panamá (*)	México (**)	República Dominicana (**)
T 16242	H 677	CIFC 7962/65 x 3204/7	X		X	X
T 16235	H 678	CIFC 7963/65 x 3205/9	X	X	X	X
T 16248	H 690	CIFC 7962/84 x 3204/5	X	X		
T 17243	H 693	CIFC 2482/19 x 7963/137	X		X	X
		T 8660 (3-4) x CATURRA	X	X		
		T 8663 (2-1) x CATUAI	X	X		
T 5159	Hw 26/5	19/1 CATURRA x 832/1 H.T.	X	X		
T 16250	H 700	CIFC 8225/159 x 7963/152.		X		
	H 683				X	X
T 16245	H 695	Hw 26/13 x 3204/5			X	X
		T 8664 (2-4) x CATURRA			X	X

* A Costa Rica y Panamá se enviaron plantas de almácigo, listas para su siembra en el campo, en una cantidad de 50 a 60 de cada introducción.

** A México se enviaron dos grupos de plantas, uno al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) y otro al INMECAFE. A este país, al igual que a República Dominicana, se enviaron grupos de 60 a 70 plántulas.

Cultivo *in vitro* de la roya del café

Resultados

Los más relevantes se presentan en los Cuadros 2 y 3. Definitivamente, el mejor método de inoculación fue la suspensión de esporas puesto que el porcentaje de presencia de roya sobre hojas de café cultivadas *in vitro* se incrementó en forma considerable al emplear este método de inoculación.

Una limitante de este trabajo consistió en la contaminación de las hojas cultivadas *in vitro*. Aunque se logró reducirla de un 100% hasta un 40% aproximadamente, todavía no se tiene un método óptimo de desinfección de los materiales. El etanol al 70% es eficiente, pero debe usarse con cuidado por la facilidad con que penetra y daña los tejidos vegetales. Su uso, en combinación con el hipoclorito de calcio, puede ser un procedimiento adecuado que permita el establecimiento de los cultivos asépticos.

Aunque la mayoría de los trabajos relacionados con este tema informan de un tiempo promedio de 30 días para que la roya esporule, se obtuvo un tiempo promedio de 47,7 días, bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación.

Las pruebas de germinación de estas esporas indican que tienen una alta viabilidad (mayor al 20%). Sin embargo, no ha sido posible a la fecha lograr reproducirla sobre hojas asépticas o sobre plantitas de café multiplicadas asexualmente por microestacas. Se sugiere la posibilidad de que exista un tipo de resistencia mecánica, debida a la cerosidad de las hojas.

Discusión

La definición de una metodología para la obtención y multiplicación *in vitro* de la roya permitirá efectuar estudios importantes en la búsqueda de variedades de café resistentes a la roya. Con este inóculo puro, sin hiperparásitos (por ej. *Verticillium*) se podrán realizar investigaciones de resistencia horizontal al evaluar materiales y así corroborar *in vitro* la respuesta de la planta a *Hemileia vastatrix*.

Cuadro 2. Porcentaje de presencia de roya en hojas contaminadas y sin contaminar de *Coffea arabica* variedad Caturra inoculadas con suspensión de esporas cultivadas *in vitro*

Número Inoculación	Hojas contaminadas	Hojas sin contaminar %
1	12	35
2	10	27
3	10	40
4	7	—
5	—	—
6	21	36
7	15	38
8	22	25
9	8	41
10	6	32

Cuadro 3. Tiempo en días para la esporulación de roya sobre hojas de *Coffea arabica* variedad Caturra cultivadas *in vitro*

Método de inoculación	Tiempo promedio (días)
PINCEL	29
	50
	41,75
SUSPENSION ESPORAS	46,50
	55,50
	31,90
	69
	50
	69
	50
	46,80
57	
Promedio general	47,70 días

Aplicaciones y perspectivas del cultivo *in vitro* de café

Hasta ahora las orientaciones de la selección y mejoramiento del café necesitan cerca de 30 a 35 años antes de tener una variedad que podría ser distribuida a los productores. Actualmente los conocimientos sobre la diversidad genética natural, que podría ser aprovechada por los fitomejoradores, tienen más importancia debido a aquellos progresos realizados en biotecnología y más especialmente en cultivo *in vitro* de café; se abren nuevas perspectivas a los investigadores.

Aplicaciones

Cabe recalcar que la primera utilización práctica de esta metodología es la multiplicación asexual mediante microestacas dentro de un programa de fitomejoramiento genético. En efecto, la creación de híbridos F_1 entre progenitores seleccionados permitirá aprovechar al máximo la variabilidad genética y el vigor híbrido (o heterosis) que se encuentra en su óptimo nivel con respecto a los híbridos F_1 .

La técnica de multiplicación asexual mediante microestacas está actualmente disponible para poder empezar el programa de mejoramiento y multiplicar estos híbridos heterocigotas seleccionados directamente en el campo. Además, esta técnica es indispensable para la conservación de la identidad genética de tales plantas.

La creación de un banco de germoplasma *in vitro* permitirá la producción de varios millones de plantas por año y la conservación de recursos genéticos.

Finalmente, dicha técnica permite mandar material vegetal libre de enfermedades o plagas, lo que facilitará el intercambio de material entre los países.

Perspectivas a mediano plazo

La prórroga de PROMECAFE y del Convenio AID/ROCAP permitirá capacitar técnicos nacionales con estas nuevas metodologías; establecer unidades experimentales de producción de plantas por medio de microestacas; y seguir la investigación en multiplicación asexual por medio de embriogénesis somática.

Del mismo modo, la continuación del Programa por tres años permitirá a PROMECAFE ofrecer una capacitación en servicio de tres meses a técnicos nacionales en cultivo de tejidos. Se ha previsto la capacitación de ocho técnicos por año durante dos años.

También está previsto la creación de unidades experimentales de producción de vitroplantas, esto es, equipar los laboratorios de cultivo de tejidos (El Salvador, Guatemala y Honduras) para la producción semicomercial de microestacas. En este caso los países facilitarían la infraestructura.

Finalmente, los primeros resultados obtenidos a raíz de las investigaciones en embriogénesis somática abren buenas perspectivas. En los tres próximos años se tratará de ver si es factible definir dicha metodología.

Conclusiones

La multiplicación asexual *in vitro* del café aparece como una tecnología de gran interés tanto para la distribución de material vegetal seleccionado como para la conservación de recursos genéticos (banco de germoplasma).

Actualmente, los países centroamericanos disponen de una metodología (microestacas) que puede ser utilizada por los fitomejoradores en los programas de selección. Eso debería permitir ahorrar muchos años de trabajo y aprovechar en mayor grado la variabilidad genética existente, como ocurre en otros cultivos.





Capítulo ocho

8

Generación, adaptación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos productores

Gilberto Vejarano M.*

Presentación

PROMECAFE, esfuerzo regional de cooperación técnica, tiene como finalidad buscar soluciones a los problemas que limitan la productividad de este importante renglón agrícola, en un área donde se producen más de ocho millones de quintales de café clasificado como "otros suaves", los cuales contribuyen con el 51,4% del valor total de las exportaciones agropecuarias.

Para América Central, el café es el producto agrícola más importante en lo económico y en lo social. Como lo demuestra el cuadro siguiente, el café de esta región es producido básicamente por pequeños y medianos caficultores (llámase pequeño caficultor al que tiene menos de 10 hectáreas de café o produce menos de 100 quintales oro).

Países	Número de fincas	Número de pequeños caficultores	Número de trabajadores permanentes
Guatemala	43.352	34.200	167.000
El Salvador	43.779	34.569	110.769
Honduras	38.800	37.881	73.300
Nicaragua	17.483	14.924	61.400
Costa Rica	32.000	26.250	64.154

El objetivo general dentro del Convenio de operaciones de PROMECAFE procura, con la cooperación de los países de la región, apoyar e impulsar entre otros aspectos la investigación, el mejoramiento genético, la tecnificación de la caficultura y el desarrollo de una metodología

* Especialista en Comunicación y Transferencia de Tecnología IICA/PROMECAFE, coordinador del Proyecto.

para la generación, adaptación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos caficultores. Se contribuye así al incremento de la producción y productividad y al mejoramiento del nivel de vida de la población cafetalera de la región.

La generación y transferencia de tecnología agropecuaria son componentes de un mismo proceso a través del cual se logra el cambio tecnológico, considerado como uno de los instrumentos del desarrollo rural. El proceso de cambio tecnológico incluye tres componentes básicos:

- La *generación de tecnología*, entendida como el proceso de investigación para obtener conocimientos nuevos que originan bienes y servicios que se incorporan a la tecnología; además, las prácticas adecuadas a los diferentes sistemas de producción. Dos aspectos complementan la investigación: por un lado, la validación y la adaptabilidad, las cuales permiten conocer la viabilidad técnica y económica de la tecnología generada e importada, y por otro lado la acumulación de los conocimientos que poseen los productores sobre la producción agropecuaria, cuyo producto se denomina tecnología.
- La *transferencia* es considerada como el conjunto de actividades, acciones y servicios organizados, necesarios para entregar a los usuarios una tecnología adecuada e incorporable a sus procesos productivos. El término "adecuada" indica que la tecnología objeto de la transferencia debe responder a las características, condiciones, circunstancias y demandas de los usuarios. Es un proceso que se inicia en la investigación y continúa hasta llegar a los beneficiarios, en donde se produce el enlace con la investigación, la extensión y la asistencia técnica como estrategias de transferencia tecnológica mediante métodos y técnicas de educación no formal, apoyo y asesoría a los productores para la planificación y uso de los factores de producción y para la toma de decisiones. Incluye, además, la capacitación a técnicos y usuarios en el manejo de las estrategias e instrumentos para la implementación de la tecnología y de las técnicas necesarias para promover el diálogo permanente entre técnicos y productores que permita el análisis conjunto de los problemas y la búsqueda de soluciones para lograr el cambio tecnológico.
- La *adopción* permite a los usuarios valorar y hacer uso de la tecnología transferida, con la cual se espera el mejoramiento de su sistema de producción y el logro de mayores niveles de tecnificación*.

Al hacer referencia al proceso de generación-transferencia de tecnología para pequeños productores, se está indicando que hay diferencias de tipo social, económico, cultural, tecnológico, etc., entre los medianos y los grandes productores. Esta situación determina obligadamente enfoques y formas de transferir tecnología acordes con las características de cada uno de estos grupos. En la región latinoamericana y el Caribe, el pequeño productor representa un grupo significativo que produce entre el 70 y el 80% de los alimentos básicos y que además contribuye con algunos excedentes de productos exportables (café entre ellos).

Se caracteriza por poseer pequeñas áreas cultivables (1 a 10 ha); tenencia precaria con suelos poco fértiles; mano de obra no calificada con carencias nutricionales, de salud, vivienda, infraestructura, etc., que determinan una baja productividad; con instrumentos de trabajo rudimentarios; con baja o ninguna capitalización, dificultades para el acceso al crédito que genera escasez de capital; bajo nivel educativo y elevadas tasas de analfabetismo, en aislamiento físico-cultural y con asistencia técnica deficiente. Todos estos factores determinan su bajo nivel tecnológico y renta.

Se suma a esta situación la tendencia de los organismos e instituciones de investigación y asistencia técnica agropecuaria a introducir tecnologías de producción "modernas" y subvalo-

* Conceptos tomados del marco de referencia para el Plan de Transferencia de Tecnología del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Col., 1983.

rar o desconocer la tecnología tradicional de los pequeños y medianos productores. No toman en consideración el hecho de que la tecnología de los campesinos está integrada a su estructura y dinámica sociocultural. Asumen que los cambios tecnológicos por introducir sólo se circunscriben a la tecnología, sin considerar con la debida seriedad que estos cambios interactúan y repercuten en todo el sistema de relaciones sociales, culturales y productivas de estos grupos.

Por lo tanto, se ha hecho necesario cambiar el enfoque del proceso de generación y transferencia de tecnología para este tipo de productores. Debe partir de un mejor análisis de su tecnología, incorporar elementos técnico-científicos que sustituyan con ventajas la tecnología en uso actualmente, y evitar la entrega de una tecnología "moderna" demasiado sofisticada, costosa y por consiguiente imposible de ser adoptada.

En resumen, la tecnología a generar y transferir en estos grupos deberá: a) partir del conocimiento de su propia tecnología; b) incluir el mejoramiento de su tecnología acorde con sus características y condiciones; c) investigar las necesidades y adaptar, con la participación de ellos, la tecnología recomendada para lograr en forma más eficiente la incorporación de ésta en sus procesos productivos; d) evitar la generación de tecnologías sofisticadas que exigen demasiado capital e insumos químicos; e) desarrollar con ellos las técnicas, formas y procedimientos que mejoren su proceso de tomas de decisiones dentro de contextos más amplios y adecuados; f) buscar métodos y mecanismos de gestión a nivel de sus organizaciones formales e informales, antes que a nivel individual; y g) procurar que el proceso de toma de decisiones se realice dentro de estas asociaciones, para el análisis conjunto del proceso de producción y la generación de acciones de carácter grupal.

Dentro de este marco de referencia se ubican las instituciones participantes en PROMECAFE que han aunado esfuerzos para desarrollar una metodología de generación y transferencia de tecnología cafetalera acorde con los pequeños y medianos caficultores. Se podría contribuir entonces a la solución de los problemas que limitan este importante renglón que representa cerca del 52% del valor total de las exportaciones agrícolas y que genera ocupación permanente a más de medio millón de productores y sus familias.

Objetivos

Los *objetivos generales* consisten en desarrollar una metodología para generar, adaptar y transferir tecnología adecuada a las características y condiciones de los pequeños y medianos caficultores en los países miembros de PROMECAFE; y por otra parte, propiciar la adopción, en las entidades nacionales de fomento cafetalero, de la metodología de trabajo desarrollada; y en las entidades de producción, de la tecnología generada y adaptada.

Los *objetivos específicos* son los siguientes:

- Definir el procedimiento para analizar el sistema de producción de café en función del medio biofísico y socioeconómico en el cual opera; identificar las causas que restringen el proceso productivo; diseñar y probar las opciones tecnológicas requeridas para corregir esas limitantes; transferir al caficultor las opciones tecnológicas diseñadas; y evaluar la adopción de las opciones tecnológicas transferidas.
- Determinar los componentes y la estructura de las unidades operativas requeridas para aplicar la metodología.
- Determinar el sistema de análisis para evaluar la efectividad de la metodología.

La *estrategia* seguida para alcanzar estos objetivos consistió en: a) la integración del equipo de trabajo multidisciplinario con técnicos de investigación, de asistencia técnica y de socioeconomía; b) la capacitación del equipo de trabajo y de los elementos de base en la metodología; y c) el desarrollo de la actividad en áreas piloto.

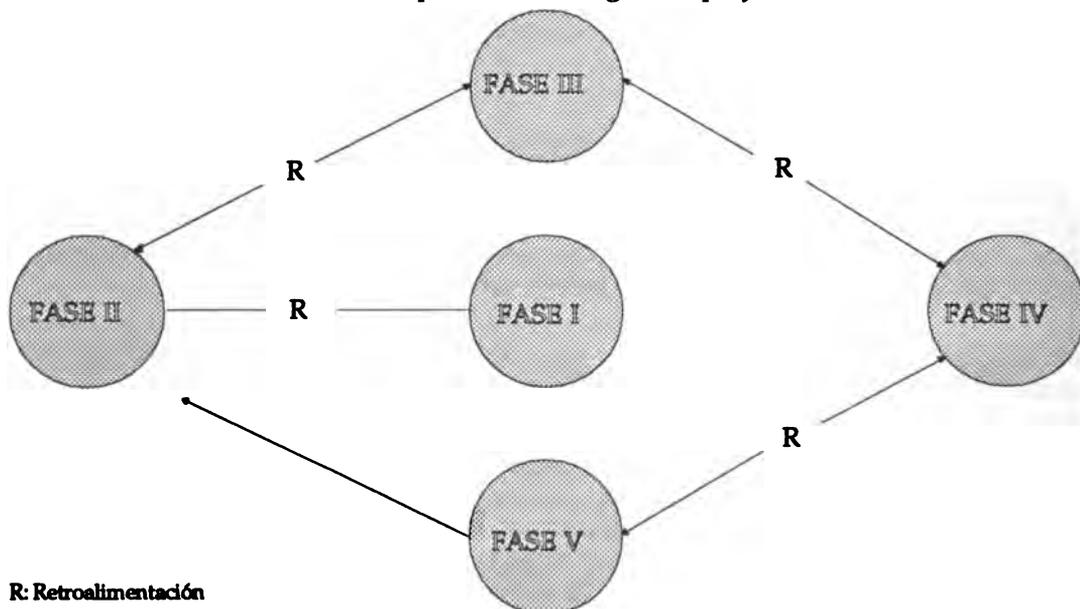
Esquema metodológico

La metodología propuesta para lograr los objetivos presenta una serie de fases interactivas y recurrentes que envuelven la investigación, la capacitación y la acción, con la participación consciente de todos.

Las cinco fases de la metodología son las siguientes:

- Fase I: Diseño y montaje del proyecto
- Fase II: Caracterización del sistema de producción del cultivo de café en una zona específica: un área piloto
- Fase III: Ordenamiento de la problemática encontrada de acuerdo con prioridades, para su solución e incorporación a la tecnología cafetalera por transferir (opciones tecnológicas)
- Fase IV: Diseño y ejecución de los planes de transferencia de tecnología a los caficultores (GAT)
- Fase V*: Diseño y ejecución de la evaluación de la metodología

Esquema metodológico del proyecto



* Esta Fase no se ha iniciado todavía; se ejecutará cuando finalice el Proyecto.

Ejecución y resultados*

Montaje del proyecto (Fase I)

Acciones principales

- Elaboración del Documento Base del proyecto.
- Selección y conformación de los equipos de técnicos multidisciplinarios en las instituciones cafetaleras para la ejecución del proyecto: Honduras (IHCAFE), El Salvador (ISIC), Nicaragua (Dirección del Café-MIDINRA) y Guatemala (ANACAFE). En este último país se inició la ejecución en 1981 con la metodología de grupos de amistad y trabajo.
- Organización y trabajo con los técnicos de contraparte de las instituciones cafetaleras en los países participantes para la elaboración del plan operativo y del cronograma.
- Determinación de criterios y selección de las zonas piloto en cada país.
- Preparación del evento de capacitación sobre la metodología del proyecto: fechas, expositores, recursos, lugares y preparación del material de apoyo a la capacitación.

Caracterización del sistema de producción del cultivo del café en una zona específica, CSPC (Fase II)

Acciones principales

- Cursos-talleres para la capacitación de los técnicos participantes del proyecto en cada país sobre los fundamentos y la implementación de la metodología.
- Identificación y análisis de la información de fuentes secundarias sobre las zonas del proyecto en cada país (estudios, investigaciones, censos, etc).
- Preparación de los cuadros de salida para incluir en ellos la información de fuentes secundarias.
- Determinación de la información a obtener de fuentes primarias (productores) y preparación de los cuadros para incluir esa información.
- Preparación y prueba de la boleta e instructivos para el levantamiento de la encuesta.
- Capacitación a los técnicos participantes en el proyecto sobre las técnicas para el levantamiento de encuestas, ordenamiento y análisis de los datos.
- Preparación y multiplicación de la boleta y el plan de levantamiento de la encuesta en cada país.
- Diseño, para cada país, de la muestra de los caficultores que recibirán la encuesta en las zonas piloto.
- Levantamiento de la encuesta.
- Organización, procesamiento y análisis de la información (fuentes primarias y secundarias), preparación de las opciones tecnológicas para cada uno de los estratos y análisis económicos (indicadores).
- Elaboración de los documentos de la CSPC en cada país (cuatro volúmenes).
- Edición, multiplicación y distribución de los documentos.

* Avance de resultados hasta junio de 1987.

Diseño y ejecución del proceso de transferencia de tecnología a los productores a través de la metodología grupal/GAT (Fases III Y IV)

Acciones principales

- Curso-taller para la capacitación de los técnicos de las instituciones cafetaleras en la metodología GAT.
- Diseño de los planes de transferencia de tecnología a los grupos de productores participantes en el proyecto en cada país y de las acciones de apoyo al proceso.
- Reuniones preliminares con los productores en las zonas del proyecto para dar a conocer el plan de trabajo, seleccionar las fincas y los caficultores cooperadores para el establecimiento de las parcelas donde se validarán las opciones de investigación y demostrativas.
- Determinación de los requerimientos de insumos y materiales para las futuras parcelas.
- Establecimiento de las parcelas (opciones de investigación y demostrativas) en las zonas del proyecto en cada país.
- Reuniones de motivación para la organización de los grupos y reuniones de trabajo con los grupos organizados.
- Opciones tecnológicas para pequeños, medianos y grandes caficultores definidas en cada país, incluyendo épocas, actividades por realizar y las recomendaciones técnicas para cada actividad para el trabajo con los grupos.
- Distribución de materiales impresos (boletines, mimeografiados, programas y cuñas radiales, etc.).
- Toma de información en los registros respectivos sobre las actividades agronómicas y con los grupos, presentación periódica de informes.
- Cursos-talleres sobre validación de tecnología en café para los técnicos de las instituciones cafetaleras participantes en el proyecto.
- Cursos-talleres sobre análisis económico de opciones tecnológicas en café (regional).
- Seminarios-talleres sobre la implementación del proyecto (regional).
- Giras de observación y estudio de los técnicos participantes en el proyecto (Guatemala, Honduras y El Salvador).
- Cursos-talleres sobre dinámica de grupos a los técnicos del IHCAFE (Honduras) e ISIC (El Salvador).
- Charlas y orientación a los técnicos sobre aspectos de comunicación, grupos sociales, transferencia de tecnología, en apoyo al trabajo que están realizando en el proyecto.

Resumen

Del trabajo realizado dentro del proyecto se destacan los siguientes logros:

- El establecimiento y consolidación de la metodología para la generación, validación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos productores, lo cual ha permitido ordenar y sistematizar la investigación, la asistencia técnica y la transferencia de tecnología cafetalera en las instituciones, en función de las necesidades de estos grupos. A través de la metodología se logró identificar las limitantes tecnológicas, económicas y sociales del cultivo y de los caficultores, así como también el potencial de esos caficultores de acuerdo con la disponibilidad de sus

recursos. Estos conocimientos sirvieron de base para implementar una gama de opciones tecnológicas acompañadas de otras acciones complementarias, con el fin de lograr el manejo más eficiente del cultivo que permita incrementos significativos en la producción y productividad y alcanzar así la estabilidad y bienestar del productor y su familia.

- La integración de equipos multidisciplinarios en las instituciones de contraparte (investigadores, extensionistas) de los cuatro países y su capacitación permanente en todos los aspectos relacionados con el proceso metodológico, que permitió que éstos adquirieran el suficiente dominio de la metodología para poder realizar futuros trabajos de la misma naturaleza. En términos cuantitativos el número de técnicos capacitados es de aproximadamente 75, más un número similar perteneciente a las instituciones cafetaleras de los otros países participantes en PROMECAFE, que han sido formados en la metodología a través de su participación en cursos, talleres, seminarios y giras de observación.
- La preparación de material didáctico tanto en apoyo a esa capacitación como sobre los trabajos realizados que tienen gran valor y pueden servir como guías para trabajos similares en otras áreas.
- Para la transferencia de tecnología a los caficultores involucrados en el proyecto, se desarrolló la metodología de grupos de amistad y trabajo (ANACAFE, Guatemala), con resultados altamente significativos. Ha contribuido a solucionar la deficiencia de asistencia técnica al posibilitar la atención de un mayor número de productores por su carácter grupal; ha permitido la participación de los productores en el proceso y un trabajo más eficiente al unificar esfuerzos en la búsqueda de posibles soluciones a problemas comunes, que en forma individual son muy difíciles de resolver. Por otro lado, las instituciones cafetaleras han encontrado con esta metodología un instrumento para racionalizar la asistencia técnica y lograr más eficiencia. La evaluación de la metodología arrojó resultados que muestran sus bondades y beneficios.
- Por último, cabe señalar como logro la conciencia que ahora existe en las instituciones cafetaleras nacionales sobre la necesidad de integrar lo tecnológico a lo socioeconómico en toda investigación; sobre la importancia de integrar el trabajo multidisciplinario a la investigación, la extensión o asistencia técnica y la población de productores a través de sus organizaciones.



Capítulo nueve

9

La capacitación como elemento fundamental del mejoramiento de la caficultura en los países de PROMECAFE

*Eduardo Andrade M.**

Introducción

El objetivo general planteado a PROMECAFE en el convenio constitutivo fue el de "promover por medio de la cooperación técnica regional, el mejoramiento de la caficultura con miras a elevar el nivel de productividad de sus países miembros y el nivel de ingreso, especialmente de los pequeños caficultores".

En función del objetivo señalado, se desarrolló en PROMECAFE un enfoque conceptual básico para ser presentado a los países y luego compartido como filosofía de acción. Este enfoque conceptual proponía que, para enfrentar con éxito la difícil situación de la caficultura regional, era necesario recalcar dos puntos fundamentales:

- Los problemas ocasionados por la roya y la broca del fruto del cafeto, que originaron la creación del Programa, sólo podrán enfrentarse con éxito sostenido si los productores tecnifican su caficultura, es decir, si trabajan para el mejoramiento integral del sistema de producción.
- La tecnificación y el mejoramiento de la caficultura en los países son procesos que sólo podrán lograrse en la medida en que los organismos y programas responsables de la caficultura en los países cuenten con técnicos suficientemente capacitados en calidad y cantidad.

La racionalización de los puntos anteriores con los organismos y programas de los países ha permitido interiorizar el principio de capacitación como proceso permanente, el cual generó desde la creación de PROMECAFE un componente de capacitación extraordinariamente dinámico.

* Especialista en comunicación agrícola, IICA-PROMECAFE.

Uno de los aspectos que ha distinguido a PROMECAFE, y que a veces podría parecer una paradoja, es haber sido un programa con muy pocos y a la vez muchos técnicos. En efecto, el personal técnico propio de PROMECAFE en la etapa 1978-81 fue de tres técnicos, y en la etapa 1982-87 del convenio con AID/ROCAP, la cifra aumentó a siete; sin embargo, creemos que todos los técnicos que trabajan en caficultura en los países son a su vez PROMECAFE, esto quiere decir que hemos sido una fuerza aproximada de 1.400 técnicos en los ocho países que conforman PROMECAFE.

En el presente informe, se tratará de diferenciar las dos etapas del desarrollo de este Programa Regional: la primera va de 1978 a 1981 y son seis los países que oficialmente forman el Programa; esto es México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá. La segunda etapa, iniciada con el convenio con AID-ROCAP en 1982 que fortaleció PROMECAFE mediante un apoyo de 3.5 millones de dólares, presenció el ingreso de República Dominicana ese mismo año y la integración oficial de Nicaragua en 1983.

Cabe señalar que PROMECAFE durante el proceso de despegue inicial contó con un apoyo importante del Instituto Brasileño de Café, el cual permitió la participación de técnicos de Jamaica, Haití y República Dominicana en varias actividades realizadas durante los dos primeros años; además, el apoyo que continúa hasta la fecha del Instituto Francés de Café y Cacao (IRCC) y que ha tenido su expresión en la permanencia de un técnico junto con el personal de PROMECAFE, en el apoyo de consultores, así como becas de posgrado y otras importantes colaboraciones.

Desde el inicio de PROMECAFE, la capacitación del personal técnico de las instituciones responsables de la caficultura recibió una atención prioritaria; sin embargo, una mejora de la agricultura implica también hacer llegar la tecnología y, si es posible, la ciencia a los productores. En este trabajo se comparte el criterio, expresado por F. Sylvester, que "la ciencia no es tan sólo investigación, o proceso de producción; ni la tecnología se reduce a una nueva expresión de técnicas productivas, entendidas en forma simplificada como una combinación de factores de producción con insumos. Tampoco se reduce al conjunto de bienes materiales o culturales, puesto que comprende valores y metas sociales". En tal sentido, se ha señalado que la tecnificación y mejoramiento de la caficultura no son un fin, sino un medio a través del cual es posible iniciar un proceso de desarrollo y de mejoría de la calidad de vida de los miles de caficultores, especialmente pequeños, que silenciosamente contribuyen a crear la riqueza en nuestros países.

La actividad cafetalera, considerada en toda su dimensión, es muy compleja, y sus áreas de conocimiento son múltiples y diferentes; el conocimiento, visto como resultados siempre nuevos que modifican y mejoran el anterior, es dinámico y cambiante; por otra parte, el flujo interno del personal técnico, más o menos acentuado según las instituciones, su heterogeneidad académica, así como sus experiencias previas, constituyen una multiplicidad de elementos que obligan a concebir la capacitación, no como una acción coyuntural, sino como proceso permanente.

La clientela

Los organismos responsables de la caficultura en los países señalaron desde el inicio del Programa que la clientela prioritaria para la capacitación sería sus cuadros técnicos y, ocasionalmente, los productores.

En 1979, el especialista en comunicación de PROMECAFE hizo una investigación sobre "Recursos de los países para transferencia de tecnología en café" que permitió tener una idea

clara del número de técnicos en caficultura, tanto en asistencia técnica como en investigación y otras tareas complementarias.

Posteriormente, en 1985, en un estudio titulado "Diagnóstico sobre políticas y necesidades de capacitación de los organismos responsables de la caficultura en los países de PROMECAFE" se actualizaron los datos sobre el personal técnico que trabaja en investigación y asistencia técnica en los países del convenio con AID/ROCAP.

Ambas investigaciones no mostraron variaciones significativas en el número global de técnicos en cada país, aunque registraron algunas variables como grado académico, que en algunos países tiende a elevarse. Así, por ejemplo, Honduras, a fines de 1985, contaba con ocho profesionales con posgrado, seguido por México y El Salvador, con la salvedad de que los datos de México sólo correspondían a los de INMECAFE (Instituto Mexicano de Café).

El Cuadro 1 recoge las cifras globales de los técnicos que trabajaban en organismos y programas de caficultura en 1985 y que son la contraparte de PROMECAFE.

Cuadro 1. Técnicos que trabajaban en investigación y asistencia técnica en los países de PROMECAFE en 1985

País	Número de técnicos
México	826
Guatemala	48
Honduras	130
El Salvador	134
Nicaragua	30
Costa Rica	60
República Dominicana	142
TOTAL	1 370

Este total representa la clientela sujeto de la capacitación de PROMECAFE; incluye técnicos que en la escala académica van desde bachilleres, bachilleres agrónomos, peritos agrónomos, agrónomos, ingenieros agrónomos, biólogos, economistas, hasta profesionales con postgrado.

Formas de capacitación

Aunque pueden establecerse diferencias en las formas de capacitación que ha ofrecido PROMECAFE en las dos etapas de su funcionamiento, ha existido, sin embargo, un denominador común para conciliar los intereses del personal técnico de PROMECAFE con aquellos de los organismos responsables de la caficultura en los países.

Formas y áreas de capacitación han estado ligadas estrechamente, en consecuencia se ha producido un juego de oferta y demanda en el cual la oferta ha venido de PROMECAFE, ya que sus especialistas con una visión "desde fuera", especialmente en la segunda etapa del Programa, llegaron a un diagnóstico de necesidades a nivel regional. Por otra parte, la demanda de capacitación provino de los organismos de los países; éstos, con base en sus propias necesidades, presentaron con mayor propiedad sus propuestas de capacitación a nivel nacional.

El convenio PROMECAFE/AID-ROCAP, al precisar los componentes de trabajo, determinó también las formas de capacitación, así como las áreas temáticas prioritarias.

Las formas de capacitación que se han ofrecido durante el funcionamiento de PROMECAFE han sido las siguientes, en orden de importancia según el tiempo dedicado a cada actividad:

- Cursos de posgrado (ofrecidos mediante becas del IRCC).
- Cursos especiales, con duración de cuatro meses o más, ofrecidos en el CIFIC en Oeiras, Portugal, y en la Universidad de Viçosa, Brasil.
- Cursos Regionales de Fundamentos de Caficultura Moderna, con duración de cuatro a seis semanas.
- Cursos, cursos-talleres, talleres y seminarios, con duración de una a dos semanas, de ámbito regional.
- Cursos, cursos-talleres, talleres y seminarios, con duración de una a dos semanas, de ámbito nacional.
- Adiestramiento en servicio con duración variable y a nivel regional.
- Giras de observación y capacitación a nivel regional, con duración aproximada de cuatro a seis días.
- Cursos cortos de menos de cuatro días.
- Simposios de caficultura a nivel regional de dos y tres días.
- Jornadas científicas de uno y dos días.
- Conferencias de menos de un día.

Aunque todas las formas de capacitación tienen importancia, es natural pensar que aquellas que permiten una mayor profundización de los conocimientos tienen ventajas más perdurables que otras; así cabe esperar mejores resultados de cursos de varios meses o semanas que de actividades de pocos días.

Desde luego, es evidente que no sólo el factor de duración de un evento define sus resultados; más bien para evaluar la calidad de cualquier actividad de capacitación deberán tomarse en cuenta indicadores como: utilidad, aplicabilidad e incremento de los nuevos conocimientos, competencia de los conferenciantes, respuesta a necesidades de los usuarios, materiales de apoyo ofrecidos, ambiente en el que se desenvuelve la actividad, etc.

En cifras y cuadros que se ofrecerán más adelante, se tratará de precisar las formas de capacitación más provechosas anticipando que todos los países se han beneficiado de las diversas formas ofrecidas, con la excepción de los estudios de posgrado que hasta el momento sólo han aprovechado a tres países.

Áreas de capacitación

Al recordar los motivos por los cuales fue creado PROMECAFE y el enfoque planteado para dar respuesta a los problemas derivados de la presencia de la roya y la broca del fruto del cafeto en Centroamérica, se hallará la lógica que ha primado para definir las áreas temáticas más importantes para la capacitación del personal técnico en caficultura.

Las áreas de capacitación llegaron a definirse con mayor precisión con el convenio PROMECAFE/AID-ROCAP que estableció seis componentes principales:

- Control químico de la roya
- Broca y su control

- Estudio de los residuos de plaguicidas usados en el cultivo del café
- Variedades resistentes a la roya
- Generación y transferencia de tecnología apropiada para pequeños y medianos caficultores
- Información y banco de datos

Debe notarse, sin embargo, que si bien estos seis componentes se constituyeron en el eje principal de actividades, los organismos de los países solicitaron muchas veces capacitación en otras áreas, como complemento necesario para el perfeccionamiento de sus técnicos.

Se enumeran a continuación las áreas temáticas más significativas de capacitación que ha ofrecido PROMECAFE en estos nueve años, dividiéndolas en ciencias físico-biológicas y socio-económicas.

CIENCIAS FISICO-BIOLÓGICAS	CIENCIAS SOCIO-ECONÓMICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Caficultura moderna (módulos temáticos: botánica y morfología del género <i>coffee</i>, bases de genética y fitomejoramiento, edafología, ecología, fisiología, nutrición mineral, manejo integrado de enfermedades y plagas del cafeto con énfasis en roya y broca del fruto, manejo productivo del cafetal, beneficiado del café, muestreo y diseño estadístico) • Roya del cafeto y producción de variedades resistentes • Epidemiología de la roya • Control químico de la roya • Broca del fruto del cafeto y su control • Tecnología del uso de equipos para aplicación de plaguicidas usados en café • Fitomejoramiento del café • Fisiología del café • Fertilización del café • Meteorología y climatología aplicadas a la investigación • Cultivo de tejidos en café • Beneficiado del café y catación 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación y extensión • Metodología de la comunicación • Transferencia de tecnología desde el enfoque de sistema • Microeconomía y administración de la finca • Metodologías para transferencia de tecnología en café, a nivel grupal • Perfiles de área, caracterización del sistema de producción de café • Muestreo y diseños experimentales aplicados a la investigación en café • Preparación de materiales educativos de apoyo a la caficultura • Redacción técnica • Generación y validación de opciones tecnológicas para café • Organización y manejo de centros de documentación • Análisis económico de opciones tecnológicas para café • Muestreo para la prospección del cafetal • Planificación de la investigación • Evaluación de metodologías de transferencia de tecnología

Número de profesionales beneficiados

Capacitación en caficultura

A continuación se presenta una serie de cifras y cuadros que resumen los logros más sobresalientes en capacitación desde la creación de PROMECAFE.

Parece conveniente distinguir dos etapas en el desarrollo del Programa, desde julio de 1978 hasta diciembre de 1981 y a partir de enero de 1982 cuando entró en vigencia el apoyo de AID-ROCAP que vino a fortalecer la acción de PROMECAFE.

En el Cuadro 2 se aprecian las cifras anuales de actividades de capacitación y de beneficiarios. Cabe señalar que las cifras de 1987 no incluyen actividades en República Dominicana.

Por la importancia que PROMECAFE y los países han concedido a las actividades de capacitación, se indica en el Cuadro 3 el número de los técnicos capacitados en cursos especiales, como lo son los cursos de caficultura moderna realizados a nivel regional y nacional con el total de los técnicos beneficiados con estas actividades, así como los participantes de los Simposios de Caficultura Latinoamericana.

Cuadro 2. Actividades de capacitación y número de beneficiarios

Concepto	Año	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	TOTAL
Actividades		04	11	18	19	17	26	45	46	37	10	233
Beneficiarios		89	372	590	998	627	1092	1109	1276	1298	290	7.741

Cuadro 3. Técnicos capacitados en cursos especiales, con duración de tres o más meses

País	Lugar de capacitación					Total
	Oeiras	U. Viçosa	U. Miami	Montpellier	Monterrey	
México	1	1	-	-	-	2
Guatemala	1	1	-	1	-	3
El Salvador	1	1	2	-	1	6
Honduras	1	1	-	-	-	2
Nicaragua	2	1	-	-	-	3
Costa Rica	1	2	-	3	-	6
Panamá	1	1	-	-	-	2
TOTAL	8	8	2	5	1	24

Los Cuadros 4 y 5 recogen el número de técnicos que han participado en los cursos más importantes de Fundamentos de Caficultura Moderna, a nivel regional, con una duración de cuatro a seis semanas, y a nivel nacional con una duración variable de una a cuatro semanas.

Uno de los aspectos más sobresalientes de los cursos especiales y de caficultura moderna es formar equipos multiplicadores de los conocimientos y experiencias recogidas en cada país, ya que quienes reciben esta modalidad de capacitación pueden reproducir este tipo de actividad en sus países con técnicos en asistencia técnica o directamente con los productores.

PROMECAFE ha mantenido la realización de los Simposios de Caficultura desde que inició sus actividades en 1978. En diez años los Simposios de Caficultura Latinoamericana han beneficiado a cerca de 1.000 participantes entre nacionales y extranjeros. Los trabajos presentados, que suman 240, incluyen estudios de investigación y conferencias magistrales. De acuerdo con las cifras antes señaladas, podría asegurarse que el 60% de los técnicos que trabajan en caficultura en los países han atendido por lo menos un simposio de caficultura. Puede notarse además que República Dominicana es el único país que no ha sido sede de un simposio debido al costo mayor que representan los pasajes.

Cuadro 4. Cursos regionales de caficultura moderna y participantes capacitados por país

País	Año	1978	1984	1985	1986	1987	Total/ País
México		3	4	3	2	2	14
Guatemala		3	2	3	2	2	12
El Salvador		4	2	2	3	13	24
Honduras		7	2	2	2	2	15
Nicaragua		4	1	2	2	2	11
Costa Rica		4	3	5	4	2	18
Panamá		3	2	2	2	2	11
Rep. Dominicana		2	2	2	2	2	10
Jamaica		2	-	-	-	-	2
Haití		2	-	-	-	-	2
Bolivia		-	-	1	1	-	2
Perú		-	1	1	-	-	2
Venezuela		-	-	2	-	-	2
Total		34	19	25	20	27	125

Cuadro 5. Participantes en cursos nacionales de caficultura moderna

País	Año	1979	1980	1982	1983	1984	1985	Total
México			128*					128
Guatemala				32**				32
El Salvador			56					56
Honduras		32					30	62
Nicaragua				2**		57		59
Panamá			36	30				66
Rep. Dominicana				2*	87			89
Total		32	220	66	87	57	30	492

* Los cursos dados en México fueron impartidos a personal de nuevo ingreso de la Dirección de Sanidad Vegetal de la Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos (SARH), y fueron ofrecidos conjuntamente entre personal del INMECAFE y de PROMECAFE.

** El curso de caficultura moderna fue ofrecido a personal técnico de ANACAFE, Guatemala, en el CATIE, Costa Rica, al cual se sumaron dos técnicos de República Dominicana y de Nicaragua.

Se ha señalado que en términos generales la oferta de capacitación ha estado representada por actividades a nivel internacional o regional, y la demanda, por actividades a nivel nacional. El Cuadro 6 indica en términos cuantitativos la participación en cada uno de estos niveles.

Cuadro 6. Relación cuantitativa entre actividades a nivel internacional y regional y actividades a nivel nacional

Años	Niveles			
	Regional e internacional		Nacional	
	Actividades	Participantes	Actividades	Participantes
1978	4	89		
1979	3	138	8	234
1980	6	129	12	461
1981	3	85	15	913 ^a
1982	4	239	12	388
1983	12	376	14	716
1984	17	414	28	695
1985	25	390	21	886
1986	12	360	25	938
1987	7	271	3	76
Total	93	2.434	138	5.307

^a De esta cifra, 500 son participantes de conferencias con duración de apenas un día.

Los cuadros que se presentan a continuación recogen el número tanto de actividades nacionales o regionales como de técnicos capacitados en los siguientes temas: roya, broca, residuos de plaguicidas, variedades resistentes (fitomejoramiento), generación-transferencia de tecnología y manejo de información.

Las cifras del Cuadro 7 indican que todos los países han recibido alguna forma de capacitación en roya; significa además que en muchos casos un mismo técnico habrá participado en varios eventos de capacitación. Las cifras superiores a 100 corresponden a la suma de conferencias y actividades que se agregan a los cursos y talleres regulares; en las conferencias participa personal ajeno a las instituciones de caficultura.

En el Cuadro 8 se incluye toda forma de capacitación a excepción de los módulos sobre broca en cursos de caficultura moderna. Puede observarse que la capacitación en broca comienza más tarde que la de roya; prácticamente es en 1982 cuando Honduras empieza a demostrar interés por esta área temática.

Cuadro 7. Técnicos y personas que han recibido capacitación sobre roya y temas conexos

Países	Años									Total
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
México		128								141
Guatemala		100	234		50	70	8	3		465
El Salvador		56			35	30	42	4		167
Honduras			122		6	8	28	3		167
Nicaragua				59	9	43	24	32		167
Costa Rica	20	42			31	155	6	4		258
Panamá			37		6	54	6	70		173
República Dominicana				63	150	4	6	2		225
Total										1.763

Cuadro 8. Técnicos y personas que han participado en acciones de capacitación sobre broca

Países	Años									Total
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
México							2	14		16
Guatemala					3		15	6		24
El Salvador		2			30	14	3	4		51
Honduras				30	30		3	45		108
Nicaragua					40	51	2	28		121
Costa Rica						20	2	4		26
Panamá						6	2	34		42
República Dominicana							2	2		4
Total										392

La capacitación en fitomejoramiento tiene como componente específico los cursos de especialización en el CIFC en Oeiras y en la Universidad Federal de Viçosa en Brasil. En el Cuadro 9, se puede apreciar que más de 400 técnicos han participado en estos cursos sobre fitomejoramiento, especializándose en variedades resistentes.

Cuadro 9. Técnicos que han participado en actividades de capacitación sobre fitomejoramiento

Países	Años							Total
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
México		2	1	12	2	28	3	48
Guatemala	25	2	1	27	2	1	3	61
El Salvador		2		3	3	1	3	12
Honduras		3	1	4	5	1	3	17
Nicaragua		1	1	2	3	1	3	11
Costa Rica		53	1	70	3	2	3	132
Panamá		2	1	3	3	1	3	13
República Dominicana		2		103	1	1	2	109
Total								403

Por otra parte, cabe mencionar que en el período que cubre 1984 a 1987, cerca de 200 técnicos provenientes de los países de PROMECAFE han sido capacitados en técnicas de aplicación de plaguicidas y sobre residuos de plaguicidas utilizados en café. La actividad realizada en El Salvador en 1985 incluye un curso de especialización en la Universidad de Miami para dos técnicos de este país.

Comunicación, investigación, administración

Puede señalarse que toda la capacitación en comunicación, extensión, transferencia de tecnología, caracterización de sistemas de producción de café (CSPC), metodología grupal, ha sido realizada fundamentalmente por medio de cursos, talleres y giras de observación e intercambio. En el Cuadro 10, la parte de comunicación-transferencia integró la mitad de los cursos de caficultura moderna.

Otras áreas temáticas en las cuales varios países han tenido interés son las de muestreo, diseños experimentales, análisis y manejo de la información estadística aplicada a la investigación en café. En siete años, de 1979 a 1986, cerca de 150 técnicos recibieron capacitación en estas áreas.

La preocupación por incorporar aspectos económicos y administrativos en la capacitación de los técnicos en caficultura ha respondido a intereses de algunos países y de la dirección de PROMECAFE para actividades a nivel regional.

En 1981, Honduras solicitó un curso de *microeconomía* y otro de *administración rural*, a los que asistieron en cada caso 27 técnicos del IHCAFE.

En 1982, Panamá solicitó un curso de *administración rural*, que se impartió a 24 técnicos del Departamento de Café y Cacao del MIDA. En 1985 y 1987, PROMECAFE ofreció los cursos de *análisis económico de opciones tecnológicas para café*, que dieron oportunidad para capaci-

Cuadro 10. Técnicos participantes en actividades de capacitación sobre comunicación, extensión y generación-transferencia de tecnología

Países	Años									Total
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
México	2	128			2		1		2	135
Guatemala	5		52	7	4	12	30	54	2	159
El Salvador	28		3	3	10	64	44	54	3	209
Honduras	38		31	29	34	96	26	24	6	284
Nicaragua	2			2	4	52	34	19	2	115
Costa Rica	2			2	4		2	4	2	16
Panamá	2	35	31	2	4		27	4	2	107
República Dominicana	2			32	68		33	3	1	139
Total										1.164

tar a tres profesionales de México, cinco de Costa Rica, tres de República Dominicana y cuatro en cada uno de los siguientes países: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá.

Beneficiado de café ha sido un área temática a la cual ha conferido especial importancia Panamá; este país, mediante tres cursos impartidos en 1980, 1983 y 1985, capacitó entre técnicos y caficultores a 92 personas. Nicaragua solicitó también un curso en esta área, que fue dado en 1984 con la participación de 30 técnicos del Departamento de Café del MIDINRA.

Redacción técnica como área complementaria de la capacitación técnica ha sido solicitada por El Salvador, Honduras y Nicaragua. En 1979, El Salvador capacitó a 40 técnicos del ISIC y, en 1982, el IHCAFE solicitó un curso en el cual participaron 20 técnicos, entre ellos algunos de Recursos Naturales. En 1984 y 1985 la Dirección de Café del MIDINRA de Nicaragua solicitó adiestramiento en redacción técnica; asistieron a los cursos 19 y 15 técnicos, respectivamente.

Las áreas de capacitación complementarias abarcan esencialmente *fisiología* y *fertilización del café*.

En 1983, se impartió en El Salvador un curso de fisiología que benefició a 32 técnicos salvadoreños del ISIC y a cuatro de ANACAFE de Guatemala. En 1985, un curso de fisiología a 25 técnicos de ANACAFE.

Las actividades de capacitación sobre *fertilidad de suelos* y *fertilización del café* tuvieron lugar en 1984, mediante un curso realizado en El Salvador al cual asistieron 46 técnicos del ISIC y cinco de ANACAFE de Guatemala, y un adiestramiento especial a tres técnicos del ISIC ofrecido en CATIE, Costa Rica.

Finalmente, los cursos regionales sobre *sistemas de información* y *manejo de centros de documentación* fueron impartidos en Costa Rica en 1985 y 1986, y se capacitaron a cuatro personas de México, cuatro de Costa Rica, una de República Dominicana y dos en cada uno de los siguientes países: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá.

La capacitación en este campo se completó con una formación especial dada a una funcionaria de ANACAFE de Guatemala en 1980 y otra funcionaria del Departamento de Café del MIDA de Panamá en 1983.

Conclusiones

- Las metas de capacitación propuestas para PROMECAFE, especialmente las señaladas en el Convenio con AID-ROCAP, han sido totalmente logradas y en muchos casos superadas.
- PROMECAFE ha sido para todos los organismos y programas responsables de la caficultura en los países la más importante fuente de capacitación para su personal técnico y, en algunos casos, la única.
- En lo que se refiere a número, calidad de capacitación, diversidad de áreas temáticas y formas de capacitación, PROMECAFE ha desarrollado el más completo programa de capacitación regional del IICA.

Proyecciones

El concepto de capacitación como proceso permanente es válido tanto para los técnicos como para las instituciones. Dentro de esta concepción se enmarcarán las acciones futuras.

En el futuro PROMECAFE pondrá énfasis en los siguientes puntos:

- Profundizar al máximo en las áreas temáticas, combinando cuando sea posible teoría y práctica, mediante cursos de un mínimo de 10 días hábiles en vez de una semana como solía hacerse.
- Ampliar los adiestramientos especiales y, si fuera posible, los estudios de posgrado con apoyo de instituciones como IRCC, CIRAD, AID, CIID y otros organismos. Asimismo, definir con los organismos y programas una metodología que permita un mejor seguimiento de la capacitación, especialmente del personal adiestrado mediante cursos especiales de posgrado.
- Interesar a los países en la formación de equipos de capacitación, con el fin de producir un efecto multiplicador y posibilitar un seguimiento en cada país al finalizar el Programa.
- Tratar de que los organismos responsables de la caficultura en los países tengan políticas definidas y coherentes con respaldo presupuestario para la capacitación de su personal técnico, con metas a corto, mediano y largo plazo.
- Convencer a los responsables de las instituciones que la capacitación debe concertarse con participación de las bases y puede manejarse como forma de estímulo y promoción de los técnicos más sobresalientes.



Capítulo diez



10

Visión hacia el futuro

En los capítulos precedentes se ha tratado de sintetizar la acción llevada a cabo por PROMECAFE, entendiendo como tal el esfuerzo realizado con entusiasmo y mística por el personal de muchos organismos nacionales, regionales y aun fuera de la región. La labor tesonera y persistente ha rendido buenos frutos que se concretan en los logros alcanzados.

Sin embargo, el café es un cultivo permanente y estos logros no han hecho más que preparar el terreno para cambios profundos que deberán hacerse en el futuro para revolucionar la industria cafetalera de la región.

Algunos de esos cambios y metas deberán concretarse a corto y mediano plazo.

La roya del cafeto *Hemileia vastatrix* no ha sido, hasta ahora, la enfermedad devastadora que en cierto momento se pensó, aunque en ciertas áreas los ataques han sido muy serios.

Se cuenta ya con una metodología de control basada en gran parte en un buen conocimiento de la epidemiología de la enfermedad, así como un sistema para estudiarla. PROMECAFE sin embargo tiene el compromiso de continuar estudios y observaciones que mejoren las medidas de control.

Los estudios de epidemiología y su completo entendimiento y significado deben ser más refinados. Es preciso trabajar en el estudio y determinación de zonas ecológicas análogas que permitan la extrapolación de las observaciones. Es también necesario continuar con las pruebas de nuevos fungicidas y ante todo estudiar equipos de aspersión que aumenten la eficacia de los fungicidas. Se requiere también de estudios que den ideas sobre el umbral económico que debe regir la toma de decisiones en cuanto a la aplicación de medidas de control.

Es sabido que la planta de café produce un máximo aun con cierta afección de roya. Lo importante, en consecuencia, es conocer cuál es el nivel de ataque que aún no afecta la productividad y poder calcular el avance que pueda esperarse de la enfermedad. Todo ello para tomar la decisión de aplicar fungicidas y, al hacerlo, aplicarlos en el momento preciso, usando el fungicida más eficaz y con el equipo adecuado a fin de que la práctica resulte económicamente rentable.

En cuanto a la broca del fruto *Hypothenemus hampei*, PROMECAFE hizo aportes al conocimiento de la biología del insecto y produjo resultados que aseguran su control integrado y económico. Sin embargo, en el futuro debe continuarse con la prueba de nuevos insecticidas que puedan eventualmente constituirse en una alternativa a los que se usan actualmente.

La biología del insecto, su cría artificial, sus parásitos, la dinámica poblacional y otros aspectos deben aún continuarse estudiándose y, al igual que en el caso de la roya, es indispensable el estudio de zonas ecológicas con condiciones similares para posibilitar la extrapolación de resultados.

Un área de gran promesa que PROMECAFE debe investigar es la concerniente a la existencia de tolerancia a la broca que podría presentarse en algunas variedades.

El uso de plaguicidas conlleva siempre el peligro de la acumulación de residuos en los frutos. PROMECAFE, consciente de este fenómeno, inició estudios en este sentido y los resultados muestran que es un peligro real que debe continuarse investigándose. En el futuro las pruebas deberán ser sometidas a una mayor sistematización donde sería conveniente separar los plaguicidas orgánicos y estudiar los metales pesados por aparte. Estos estudios que deben realizarse con todo el detalle y la seriedad que el caso amerita, son caros y no se justifica que se realicen en forma unilateral por parte de los países. Sobra decir que la realización a nivel regional de esos trabajos de investigación es el camino más indicado para los países. Los resultados de este tipo de investigación serán de gran valor para decidir no solo lo relacionado con las recomendaciones, sino también el conjunto de normas que regule el uso de plaguicidas en café.

Ante problemas de esta índole, la generación de una variedad resistente es la solución idónea, especialmente cuando se trata de caficultores medianos y pequeños. Por lo mismo, PROMECAFE ha dedicado muchos de sus esfuerzos a la búsqueda, selección y distribución de plantas de café resistentes a la roya del cafeto. El trabajo ha sido bastante exitoso; además se ha logrado un avance importante en las pruebas de adaptación de las nuevas variedades en todos los países del área y se ha introducido una variabilidad genética de gran valor.

Es importante que se continúe con la evaluación de estas variedades, no sólo en lo que respecta a su adaptación a distintas zonas ecológicas y su resistencia a la roya, sino también en lo relativo al tamaño y calidad del grano, resistencia a nematodos, CBD, broca y otros problemas. También es necesario proseguir con el enriquecimiento genético de los materiales existentes.

Lo que se obtenga de este trabajo será de particular valor para el caficultor mediano y pequeño a quien se le podrá proporcionar una variedad que, además de los atributos de cualquier variedad comercial, podrá producir sin necesidad de aspersiones para protegerla de la roya. Ello podrá significar un avance económico muy significativo si se logra aumentar su resistencia a otros factores adversos.

Otra línea de trabajo muy relacionada con la anterior, es la de la propagación clonal vía el cultivo *in vitro*. PROMECAFE ha tenido bastante éxito en lograr la reproducción de café por medio de microestacas. Hasta ahora la multiplicación de café asexualmente ha resultado lenta y difícil; pocos esfuerzos han sido impulsados en este sentido por carecer de valor práctico, ya que el café comercial de estos países, al ser altamente homogoto y autofertil, se reproduce fielmente por semilla sin ninguna dificultad. Sin embargo, la variación genética recientemente introducida y el trabajo con híbridos interespecíficos han modificado sustancialmente el panorama, abriendo la puerta a la magnífica oportunidad que habría de reproducir materiales excepcionales en forma fiel, aunque sean de primera generación, siempre que se haga por medios asexuales. Es eso lo que da al logro obtenido hasta ahora una perspectiva altamente promisorio.

Para el futuro, PROMECAFE tiene el gran reto de identificar precisamente esas plantas excepcionales que ameritarían su reproducción. En lo que respecta al cultivo *in vitro*, PROMECAFE apenas ha comenzado a explorar un campo que puede tener un potencial enorme. Deberá continuarse el trabajo en embriogénesis somática, el cultivo *in vitro* de la roya, la formación de bancos de germoplasma y el cultivo de embriones. Estas son unas pocas de las pers-

pectivas que se abren a los investigadores. Por otro lado, la propagación por microestacas debe popularizarse, es decir debe establecerse en forma sencilla y práctica a nivel de los países, cosa que PROMECAFE debe llevar a cabo a corto plazo.

Todos estos productos logrados en distintas áreas por el Programa vienen a sumarse a un gran bagaje tecnológico que ya existe en el mundo cafetalero. Para tener acceso a esa masa de información, PROMECAFE acudió a la informática, formando una base de datos bibliográficos computarizada que permite incursionar fácilmente en la gran cantidad de publicaciones que se producen en el mundo. Este es un gran logro, pero PROMECAFE tiene aún la difícil tarea de incrementar y de formar los usuarios de ese banco, procurar que el mismo sea adoptado por los centros de información nacionales y más que nada que la base de datos sea mejorada y mantenida al día enriqueciéndola con nuevas entradas que se produzcan en los países.

De igual manera, al hacer las pruebas de adaptabilidad de las nuevas variedades, se produce una inmensa cantidad de datos e información que resulta imposible manejar sin acudir a la computación. Es por eso que PROMECAFE también creó la base de datos de fitomejoramiento. Para el futuro el Programa tiene la tarea de hacer accesible esta herramienta a los usuarios nacionales en cada uno de los países y desde luego enriquecer y actualizar permanentemente la base.

Es importante llevar la tecnología moderna al mediano y al pequeño productor de café para que ésta no sea solamente patrimonio de los grandes productores. La experiencia de PROMECAFE ha demostrado que es factible adaptar esa tecnología a las condiciones de los productores pequeños mediante el esquema que ya se ha probado en varios países y que termina con el diseño de un paquete tecnológico susceptible de ser usado por los pequeños agricultores de una determinada región. La adopción de esa tecnología por parte de los caficultores es otro proceso que también requiere de un método específico que no solo convenga al agricultor, sino que sirva para que muchos lo adopten. PROMECAFE condujo con éxito el sistema de los grupos informales de "amistad y trabajo".

Para el futuro, todos aquellos países que realmente deseen mejorar las condiciones de los caficultores medianos y pequeños, deberán utilizar alguna metodología para llegar efectivamente al gran número de ellos que existe en el área. PROMECAFE tiene esa metodología y deberá difundirla entre los técnicos extensionistas en esos países y promocionar su uso por todos los medios posibles. Desde luego, PROMECAFE tiene además el compromiso de continuar estudiando el método para mejorarlo y optimizar sus resultados, dándole las variantes que los distintos casos exijan.

Finalmente, la base fundamental de toda la labor de PROMECAFE está en los técnicos nacionales quienes son los que en última instancia se comunican con el productor de café. Es por esta razón que se ha puesto tanto énfasis en la capacitación, que resultó ser una herramienta efectiva para esa tarea.

Para el futuro PROMECAFE tiene el importante compromiso de continuar con la capacitación a todos los niveles en las áreas del conocimiento que más se requiera. Pero quizás más importante que todo es que se diseñe alguna manera de poderle dar seguimiento a las personas motivo de la capacitación, a fin de asegurar que todo este conocimiento se aplique realmente y por tanto que se esté contribuyendo a revolucionar la caficultura de la región en forma efectiva.

C. E. Fernández

Anexo 1

Personal de IICA-PROMECAFE

Jefe de Proyecto:

Carlos Enrique Fernández
1978 - 1983
1986 - 1988

Aníbal Palencia Ortiz
1983 - 1985

Personal Técnico:

Eduardo Andrade 1978 - 1988	<i>comunicador</i>
Jorge Hernán Echeverri 1979 - 1988	<i>investigador</i>
Zía U. Javed 1983 - 1987	<i>fitopatólogo ^a</i>
Norberto Urbina 1985 - 1987	<i>entomólogo ^a</i>
Freddy Alonzo P. 1982 - 1983	<i>entomólogo ^a</i>
Gilberto Vejarano 1983 - 1988	<i>comunicador ^a</i>

Personal Asistente:

Paul Bornemisza 1982 - 1984	<i>especialista en conducción de proyectos</i>
German Molina 1984 - 1985	<i>especialista en conducción de proyectos</i>
Carlos Arauz 1985 - 1988	<i>especialista en conducción de proyectos</i>
Raúl Pineda 1984 - 1986	<i>coordinador en República Dominicana</i>
Oscar Rojas 1985 - 1986	<i>agroclimatólogo</i>
Humberto Gómez 1983 - 1985	<i>investigador adjunto</i>
Nidia Morera 1986 - 1988	<i>investigador adjunto</i>
Alberto Berríos 1986-1988	<i>especialista en cultivo de tejidos</i>

Eddie Mora 1986 - 1988	<i>asistente de investigación</i>
Nidia Guzmán 1985-1986	<i>especialista en cultivo de tejidos</i>
Rolando Quirós 1984-1985	<i>asistente de investigación</i>
José Miguel Núñez 1979 - 1984	<i>asistente de investigación</i>
Juan Luis Ortiz 1984 - 1987	<i>asistente de investigación</i>
Marielos Solano 1982- 1987	<i>asistente de investigación</i>
Luis F. Avendaño 1984 - 1987	<i>asistente de investigación</i>
Guillermo Hidalgo 1985 - 1987	<i>programador</i>
Alfredo Rivera 1985-1986	<i>asistente de investigación</i>

Personal Auxiliar ^b :

Victoria Lorenzo	<i>secretaria</i>
Emilia Fernández	<i>secretaria</i>
Flory Jiménez	<i>secretaria</i>
Reina Suyapa Reyes	<i>secretaria</i>
María Luisa Méndez	<i>secretaria</i>
Silvia Rodríguez	<i>secretaria</i>
Millsen Chaverri	<i>secretaria</i>
Emilce Chavarría	<i>secretaria</i>
Elba Felipe	<i>secretaria</i>
Josefina Méndez	<i>secretaria</i>

Personal Técnico del IRCC/CIRAD (Francia) asignado a PROMECAFE:

Raoul Muller 1980	<i>fitopatólogo</i>
Marc Berthouly 1981 - 1988	<i>fitomejorador</i>
Jacques Avelino 1987 - 1988	<i>fitopatólogo</i>
Philippe Châtelet 1984 - 1986	<i>especialista en cultivo de tejidos</i>
Bernard Decazy 1985-1988	<i>entomólogo</i>

Personal Técnico del CATIE (Costa Rica) asignado a PROMECAFE:

Ludwig Müller 1982 - 1988	<i>fitofisiólogo</i>
------------------------------	----------------------

^a Financiado con fondos de la donación de USAID/ROCAP al IICA- PROMECAFE.
^b Por varios períodos y en varios países.

Anexo 2

Lista de publicaciones generadas por el proyecto

Informes

- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1979. Primer informe de actividades de PROMECAFE: julio 1978 junio 1979. San José, C.R.
- .1980. Segundo informe de actividades de PROMECAFE: julio 1979- junio 1980. San José, C.R.
- .1981. Tercer informe de actividades de PROMECAFE: julio-diciembre 1980. San José, C.R.
- .1982. Cuarto informe de actividades de PROMECAFE: 1981. San José, C.R.
- .1983. Quinto informe de actividades de PROMECAFE: 1982. San José, C.R.
- .1983. Informe quinquenal de actividades de PROMECAFE: 1978-1982. IICA. Publicaciones Misceláneas no. 389. ISSN-0534-5391.
- .1984. Sexto informe de actividades de PROMECAFE: 1983. San José, C.R.
- .1985. Séptimo informe de actividades de PROMECAFE: 1984. San José, C.R.
- .1986. Octavo informe de actividades de PROMECAFE: 1986. San José, C.R.
- . 1987. Noveno informe de actividades de PROMECAFE: 1987. San José, C. R.
- . 1988. Décimo informe de actividades de PROMECAFE : 1988. San José, C. R.

Boletines de PROMECAFE

IICA (C. R.). PROMECAFE. 1978 / 1988. Boletines de PROMECAFE no. 0-37. (Colección completa de la última edición del boletín. De 1978 a 1988). San José, C. R.

Bibliografías

VILLEGAS, C., comp. 1980. Royas del cafeto (*Hemileia* spp) : Bibliografía. 3 ed. rev. Turrialba, C.R., CIDIA. 40 p.

IICA (C.R.). PROMECAFE / CIDIA. 1982. Bibliografía sobre café. Turrialba, C.R. , CIDIA. 547 p. ISSN-0301-438X.

OROZCO DE YEE, M.; ARIAS DE GUERRERO, A.M., comps. 1985. Broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Bibliografía parcialmente anotada. Turrialba, C.R., CIDIA. ISSN-0301-438.

COTO ROYO, L., comp. 1986. Royas del cafeto (*Hemileia* spp). Bibliografía. 3 ed. Turrialba, C.R., CIDIA . 151 p. ISSN-0301 -438X.

Reuniones

IICA (C.R.). PROMECAFE. 1978. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (1, 1978, San José, C.R.). IICA. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 149.

——.1979. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (2, 1979, San José, C.R.). IICA. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 186.

——.1980 Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (3, 1980, San José, C.R.). IICA. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 206.

——.1982. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (4, 1981, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 231.

——.1982. Reunión Regional de Fitomejoramiento de Café. Curso avanzado en Fitomejoramiento (3, 1982, Turrialba, C.R.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 302. ISSN-0253-4746.

——.1982. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (5, 1982, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 251. ISSN-0301-5378.

——.1983. Reunión de Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (6, 1982, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 271. ISSN-0253-4746.

——.1983. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (7, 1983, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 321. ISSN-0253-4746.

- 1984. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (8, 1984, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 339. ISSN-0253-4746.
- 1985. Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica y Panamá (9, 1985, San José, C.R.). IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 361. ISSN-0253-4746.
- .1985. Reunión Regional de Mejoramiento en Café. Curso sobre Fitomejoramiento (4, 1984, Antigua, Gua.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. ISSN-253-4746.
- 1985. Reunión Regional sobre el Control de la Roya del Cafeto (1,1984, San Salvador, Salv.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 353. ISSN-0253-4746.
- 1986. Reunión Regional sobre el Control de la Roya del Cafeto (2, 1985, Tegucigalpa, Hond.). Memoria IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 367. ISSN-0253-4746.
- . 1987. Reunión Regional sobre el Control de la Roya del Cafeto (3, 1986, Panamá, Pan.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. ISSN-0253-4746.

Simposios

- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFICULTURA (1, 1978, SAO PAULO, BRA.). 1978. IICA. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 184.
- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFICULTURA (2, 1979, XALAPA, MEX.). 1980. IICA. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones nº 205.
- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFICULTURA (3, 1980, TEGUCIGALPA HOND.). 1981. IICA, Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 263.
- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFICULTURA (4, 1981, GUATEMALA, GUA.). 1982 IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 322. ISSN-0253-4746.
- SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE CAFICULTURA (5,1982, SAN SALVADOR, EL SALV.).1982. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no.323. ISSN-0253-4746

SIMPOSIO LATINOAMERIANO SOBRE CAFICULTURA(6, 1983, PANAMA, PAN.). 1984.
IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 340. ISSN-0253-4746.

SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA (7, 1984, SAN JOSE, C.R.). 1987.
IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. AL/CR-87-008. ISSN-0253-4746.

SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA(8, 1985, GRANADA, NIC.). 1987.
IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. AL/CR-87-009. ISSN-0253-4746.

SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA (9, 1986, GUATEMALA, GUA.), 1987.
IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. AL/CR-87-010. ISSN-0253-4746.

Publicaciones

ANDRADE, E. 1978. El sistema de finca, la parte socio-económica en el análisis del ambiente.
In Seminario de Sistemas de Producción de Cultivos Anuales (1978, San Salvador, Salv.).
San José, C.R., IICA.

CASTILLO VELARDE, J. 1979. Esquema de contenido para un perfil de área específica destinado al desarrollo de alternativas de producción agropecuaria (1979, Guatemala, Gua.).
San José, C.R., IICA/PROMECAFE/CIDIA.

ANDRADE, E. 1979. Un enfoque de sistema en la transferencia de tecnología en café.
In Seminario-Taller sobre Transferencia de Tecnología en Café (1979, Mazatenango, Gua.).
San José, C.R., IICA/PROMECAFE.

QUIROGA, V. 1979. Manual práctico para el análisis de datos obtenidos por muestreo.
San José, C.R., IICA/PROMECAFE/CIDIA. Publicación Miscelánea no. 214. 54 p.

ANDRADE, E. 1979. Recursos de los países para la transferencia de tecnología en café.
Informe preliminar. San José, C.R. IICA/PROMECAFE.

—1980. Análisis del sistema de asistencia técnica del IHCAFE.
San José, C.R. IICA/PROMECAFE.

ECHEVERRI, J.H. 1980. Fitomejoramiento genético del café con énfasis en resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) en México, Centroamérica y Panamá.
San José, C.R. IICA. Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones no. 201. 93 p.

ANDRADE, E. 1980. Experiencias y resultados de un programa de comunicación agrícola regional: El caso del PROMECAFE.
In Curso sobre Técnicas de Comunicación y Transferencia de Tecnología Agrícola (1980, Turrialba, C.R.) San José, C.R. IICA/PROMECAFE.

- IICA (C.R.). CIDIA. 1980. Guía para la preparación de perfiles de áreas rurales para la formulación de alternativas de producción. San José, C.R.
- ANDRADE, E. 1981. Capacitación por medio de los Grupos de Amistad y Estudio. In Curso-Taller Nacional de Transferencia de Tecnología en Café. (1981, Tegucigalpa, Hond.). San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- BETTENCOURT, A.J. 1982. Variedades de café arabica resistentes a la roya y perspectivas para su utilización en la caficultura del futuro. Echeverri, J.H. trad. y adap. (1982, San Salvador, Salv.) San José, C.R., IICA/PROMECAFE. Publicaciones Misceláneas no. 393. ISSN-0534-5391.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1982. Resúmenes de investigación sobre el problema de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) (1982, San Andrés, Salv.). San José, C.R.
- . 1982. Informe sobre enfoque y actuación de los países miembros del PROMECAFE en relación con la roya del cafeto. (1982, San Salvador, Salv.). San José, C.R. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 272. ISSN-0253-4746.
- ALONZO PADILLA, F. 1983. La Broca y su control. In Curso La Broca y su control (1983, Guatemala, Gua.). San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- FERNANDEZ, C.E. 1983. La investigación del café. San José, C.R.
- IICA (C.R.) PROMECAFE. 1983. Contribución al estudio de la resistencia parcial del cafeto a *Hemileia vastatrix* Berk & Br., San José, C.R., Publicaciones Misceláneas no. 458. ISSN-0534-5391.
- . CIDIA. 1983. Sistema de Información para la Investigación Agropecuaria (SINIA)/Hoja de entrada de investigaciones agronómicas en curso. San José, C.R.
- ANDRADE, E. 1983. Marco general de la transferencia de tecnología en café en Centroamérica. In Curso sobre Perfiles de Area (1983, San Salvador, Salv.). San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- IICA (R.D.). PROMECAFE. 1983. Curso de Caficultura Moderna (1983, Santiago, R.D.). San José, C.R., IICA-SEA.
- . 1984. Curso-Taller sobre Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo del Café (1984, San Salvador, Salv.). Memoria. IICA.
- VEJARANO, G. 1984. La Transferencia de Tecnología Apropriada para Pequeños Productores. Hond., IICA/PROMECAFE.
- . 1984. La Radio como Medio de Información Masiva en el Apoyo al Desarrollo Rural. Tegucigalpa, Hond., IICA/PROMECAFE.

- IICA (NIC.). PROMECAFE. 1985. Curso Taller sobre la Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo del Café (1985, Managua, Nic.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos no. 365. ISSN-0253-4746.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1985. Taller Regional sobre Epidemiología de la Roya del Cafeto (1984, Guatemala, Gua.). Memoria. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones no. 604. ISSN-0253-4746.
- BETTENCOURT, A.J. 1985. Evaluación de progresos alcanzados en la ejecución del Programa de Mejoramiento Genético del Cafeto en el área de PROMECAFE durante el período de mayo a julio de 1985. Informe de consultoría. San José, C.R., IICA/PROMECAFE/CATIE.
- ALVARADO, M.; LAZO, R.; PALMA, S.; VASQUEZ, V.; VEJARANO, G. 1985. Alternativas tecnológicas en café. Boletín técnico. San Salvador, Salv., IICA/PROMECAFE.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1985. Caracterización del Sistema de Producción de Café en Honduras. Tegucigalpa, Hond., IICA/PROMECAFE/IHCAFE. 4 v.
- ALVES PEREIRA, A. 1985. Informe de Asesoría al Programa de Mejoramiento Genético del Cafeto desarrollado por los países que integran el PROMECAFE. San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1985. Curso Internacional sobre Agroclimatología Aplicada al Café. (1985, San Salvador, Salv.). Memoria. IICA. San José, C.R.
- . 1985. Seminario-Taller Regional sobre Validación de Tecnología en Café (1985, Tegucigalpa, Hond.). Memoria. IICA. San José, C.R.
- . 1985. Curso Regional sobre el Manejo Integrado de Plagas con Énfasis en Broca del Cafeto (1985, Guatemala, Gua.). Memoria. IICA. San José, C.R.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1985. Curso-Taller sobre Métodos y Medios de Comunicación para la Transferencia de Tecnología. (1985, San Salvador, Salv.). Memoria. IICA. San José, C.R.
- . 1986. Lecturas sobre Grupos para la Transferencia de Tecnología (1986, Tegucigalpa, Hond.). Compendio para El Salvador y Honduras. San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- ANDRADE, E. 1986. Diagnóstico sobre políticas y necesidades de capacitación en los organismos y programas responsables de la caficultura en los países de PROMECAFE. San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- ANDRADE, E.; IBARRA, E.; VEJARANO, G. 1986. Evaluación de la aplicación de la metodología de los Grupos de Amistad y Trabajo, desarrollado por ANANCAFE en Guatemala. San José, C.R. IICA/PROMECAFE.

- IICA (SALV.). PROMECAFE. 1986. La transferencia de tecnología a través de la metodología de grupos. San Salvador, ISIC-IICA-PROMECAFE-AID/ROCAP.
- IICA (HOND.). PROMECAFE. 1986. La transferencia de tecnología a través de la metodología de grupos. Tegucigalpa, IHCAFE-IICA-PROMECAFE/AID/ROCAP.
- . 1986. Opciones tecnológicas. Tegucigalpa, IHCAFE-IICA-PROMECAFE-AID/ROCAP.
- ANDRADE, E. 1986. La transferencia de tecnología a través de la metodología de Grupos de Amistad y Trabajo (FASE IV). San José, C.R., ISIC-IICA/PROMECAFE.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1986. Curso-Taller sobre Administración de Fincas Cafetaleras en el Area Piloto del Proyecto (1986, San Salvador, Salv.). Memoria. IICA-PROMECAFE/ISIC/MAG.
- . 1986. Metodología de Grupos de Amistad y Trabajo para la Transferencia de Tecnología (FASE IV). Proyecto Generación, Adaptación y Transferencia de Tecnología para Pequeños y Medianos Caficultores. IHCAFE/IICA/PROMECAFE.
- MÜLLER, R.A. 1986. Algunos conceptos sobre los estudios de la epidemiología y de la evaluación de los daños causados por la roya del café (*Hemileia Vastatrix* Berk & Br. y *H. coffeicola*) (1984, Guatemala, Gua.). IICA/PROMECAFE/ANACAFE. Serie Publicaciones Misceláneas no. 604. ISSN-0534-5391.
- ANDRADE, E. 1986. Aspectos relacionados con el proceso de Generación-Validación-Transferencia de Tecnología en café. San José, C.R., IICA/PROMECAFE.
- . 1986. La comunicación agrícola y los programas de desarrollo rural. Una experiencia en transferencia de tecnología In Seminario Nacional de Comunicación Agrícola, (4,1986) Maracay, Ven.. San José, C.R. IICA/PROMECAFE.
- . 1986. De transferencia de tecnología a desarrollo. San José. C.R., IICA/PROMECAFE.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1987. Curso Regional sobre Control de Residuos de Pesticidas en Café. (1985, San Salvador, Salv). Memoria. IICA/PROMECAFE/ISIC.
- . 1987. Curso de Cultivo de Tejidos (2, 1986, Turrialba, C.R.). Memoria. IICA, San José, C.R.
- IICA (C.R.). 1987. Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas de Café con Énfasis en Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei* Ferr.) (2, 1986, San Pedro Sula, Hond.). 1987. Memoria. IICA. Publicaciones Misceláneas no. A1/GT-87-001. ISSN-0534-5391.
- URBINA, N. 1987. Control de la Broca. Control de Residuos de Pesticidas Usados en Café (1987. Guatemala, Gua.). Informe Final: febrero 1985-mayo 1987. IICA/ PROMECAFE/ ANACAFE/IHCAFE/ISIC.
- IICA (C.R.). PROMECAFE. 1987. Taller Internacional sobre la Broca del Grano del Café (*Hypothenemus hampei*, Ferr.) (2, 1986, Tapachula, Méx.). Memoria prep. por N. Urbina y B. Decazy. IICA. Publicaciones Misceláneas. ISSN-0534-5391.

**Se terminó de imprimir en los talleres de Coopegráfica,
Guadalupe, San José, Costa Rica, en el mes de julio de 1988
con un tiraje de 500 ejemplares.**

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA LA PROTECCION Y MODERNIZACION
DE LA CAFICULTURA
Apdo. 55-2200 Coronado, Costa Rica - Tel. : 29-0222 - Cable: IICASANJOSE - Telex: 2144 IICA,
Correo Electrónico EIES: 1322 IICA DG - FAX 506294741 IICA COSTA RICA**

FECHA DE DEVOLUCION

11 FEB 1989	7 MAYO 1986
07 AGO 1989	09 AGO 1996
18 OCT 1989	15 DIC. 1996
22 ENE 1990	24 NOV. 1997
09 FEB 1990	
04 JUN 1990	
04 JUN 1990	
11 MAR 1992	
03 JUN 1992	
12 FEB 1993	
27 MAY 1994	
29 JUL 1994	
12 AGO 1994	
0 MAYO 1996	

IICA
F01
159p

Autor

Título PROMECAFE diez años de labores 1978-1988

Nombre del solicitante

Fecha Devolución	Nombre del solicitante
11 FEB 1989	Jim Bonen
07 AGO 1989	R. Flores
18 OCT 1989	Roger Guillen
22 ENE 1990	Xim
09 FEB 1990	D
12 MAR 1990	

