

**IICA**



IICA-CIDIA



**PROGRAMA COOPERATIVO PARA LA PROTECCION Y  
MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA**



***Proyecto Control de Plagas del Cafeto  
1982-1991***

***USAID/ROCAP***

***INFORME FINAL***

*Guatemala, 1992*

## QUE ES EL IICA

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

Fundado como una institución de investigación agronómica y de enseñanza de postgrado para los trópicos, el IICA, respondiendo a los cambios y las nuevas necesidades del hemisferio, se convirtió progresivamente, en un organismo de cooperación técnica y fortalecimiento institucional en el campo agropecuario. Estas transformaciones fueron reconocidas formalmente con la ratificación, el 8 de diciembre de 1980, de una nueva convención, la cual estableció como los fines del IICA los de estimular, promover y apoyar los lazos de cooperación entre sus 29 Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y bienestar rural.

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

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

El Plan de Mediano Plazo 1987-1991, documento normativo que señala las prioridades del Instituto, enfatiza acciones dirigidas a la reactivación del sector agropecuario como elemento central del crecimiento económico. En función de esto, el Instituto concede especial importancia al apoyo y promoción de acciones tendientes a la modernización tecnológica del agro y al fortalecimiento de los procesos de integración regional y subregional.

Para lograr estos objetivos el IICA concentra sus actividades en cinco áreas fundamentales que son: Análisis y Planificación de Política Agraria; Generación y Transferencia de Tecnología; Organización y Administración para el Desarrollo Rural; Comercialización y Agroindustria, y Salud Animal y Sanidad Vegetal.

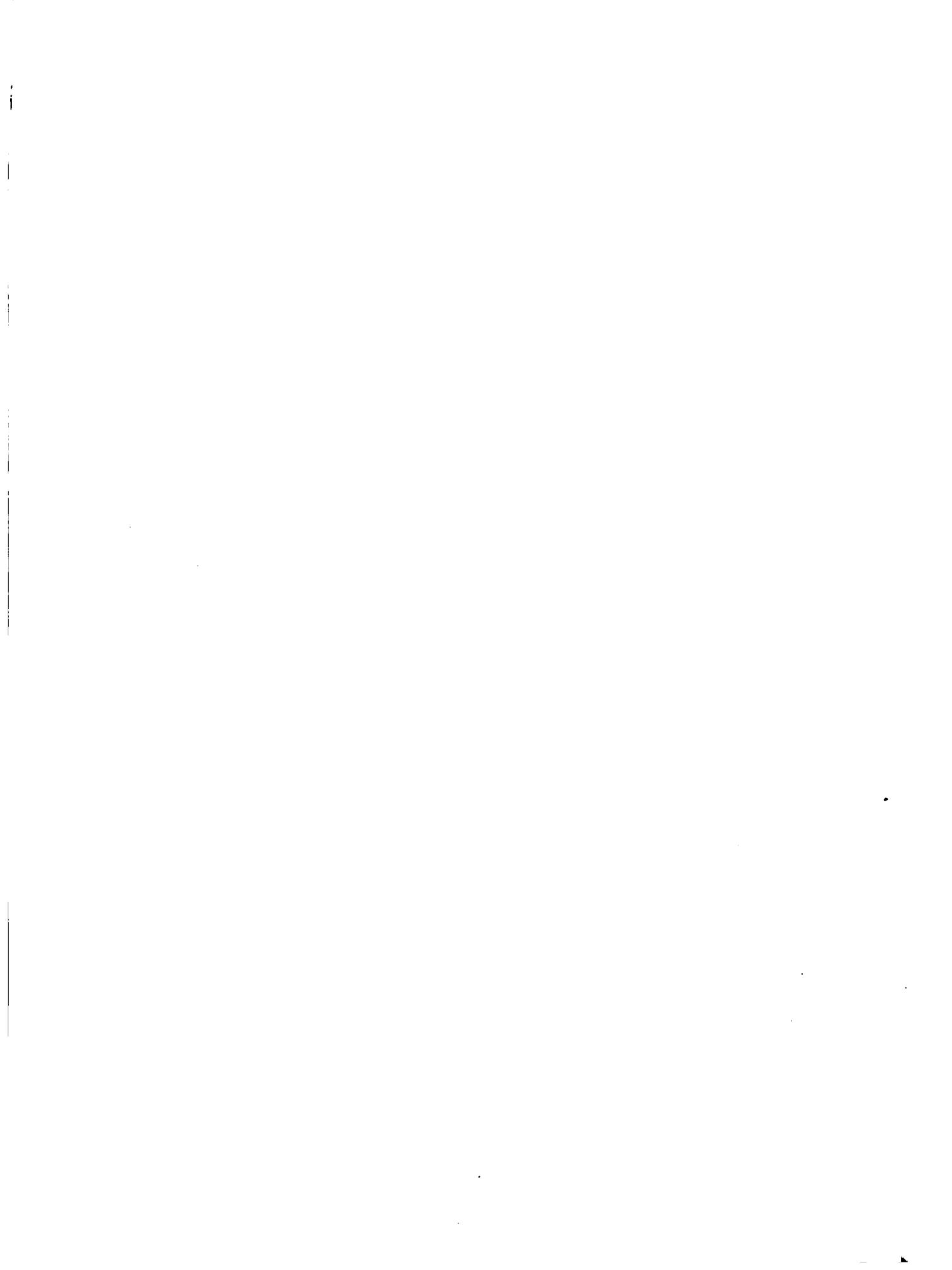
Estas áreas de acción expresan, de manera simultánea, las necesidades y prioridades fijadas por los mismos países miembros y los ámbitos de trabajo en los que el IICA concentra sus esfuerzos y su capacidad técnica, tanto desde el punto de vista de sus recursos humanos y financieros como de su relación con otros organismos internacionales.

### PAISES MIEMBROS

Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Rep. Dominicana, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela, San Vicente y las Granadinas y Antigua y Barbuda.

### PAISES OBSERVADORES

Alemania, Austria, Bélgica, Corea, Egipto, España, Francia, Italia, Israel, Japón, Países Bajos, Portugal.





**IICA**



**PROGRAMA COOPERATIVO PARA LA PROTECCION Y  
MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA**

Centro Interamericano de  
Documentación e  
Información Agrícola

10 M. / 1993

IICA — CIDIA



***Proyecto Control de Plagas del Cafeto  
1982-1991***

***USAID/ROCAP***

***INFORME FINAL***

*Guatemala, 1992*

00008403

~~00008403~~

# INDICE

*Página*

<b>1.</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Situación Actual de la Caficultura Regional	2
1.2	El Programa Cooperativo	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Estrategia Operativa	4
1.5	Organización	5
<b>2.</b>	<b>Biología y Control de Roya del Cafeto</b>	<b>7</b>
2.1	Introducción	7
2.2	Biología y Epidemiología de la Roya	8
2.3	Control Químico	13
2.4	Equipos Aspersores	16
2.5	Validación de Tecnología	17
	Literatura	20
<b>3.</b>	<b>Biología y Control de la Broca</b>	<b>25</b>
3.1	Validación del Manejo Integrado de la Broca	25
3.2	Reducción de los Volúmenes de Aspersión	28
3.3	Determinación de Pérdidas, Umbrales y Muestreo para Broca	29
3.4	Métodos Alternativos de Control de Broca	31
3.5	Cría de Broca en Laboratorio	32
3.6	Evaluación de Resistencia Varietal a la Broca	33
	Literatura	34
<b>4.</b>	<b>Análisis y Control de Residuos de Plaguicidas</b>	<b>39</b>
4.1	Introducción	39
4.2	Ejecución de Ensayos y Análisis de Residuos	40
4.3	Conclusiones	50
4.4	Recomendaciones	51
	Literatura	51
<b>5.</b>	<b>Desarrollo y Reproducción de Variedades con Resistencia a la Roya del Cafeto</b>	<b>53</b>
5.1	Introducción	53
5.2	Introducción de Germoplasma	55
5.3	Ensayos Regionales de Adaptación	59
5.4	Estudios de Resistencia a los Nemátodos	64

	<i>Página</i>
<b>6. Biotecnología en Café</b>	<b>73</b>
6.1    Introducción	73
6.2    Principios y Orientaciones	74
6.3    PROMECAFE (1983-1990)	74
6.4    Justificación y Perspectiva de la Biotecnología en Café en América Latina	83
<b>7. Base de Datos</b>	<b>93</b>
<b>8. Desarrollo, Adaptación y Transferencia de Tecnología Apropriada</b>	<b>95</b>
8.1    Marco de Referencia	95
8.2    Objetivos	97
8.3    Productos	98
8.4    Estrategia	99
8.5    Fases Metodológicas	99
8.6    Metodología de Transferencia de Tecnología GAT	99
8.7    Resultados	100
8.8    Honduras	102
8.9    El Salvador	104
8.10   Nicaragua	106
8.11   Guatemala	107
<b>9. Publicaciones</b>	<b>109</b>
Bibliografías	109
Informes	110
Simposios	113
Otras Publicaciones	114

# **PROGRAMA COOPERATIVO PARA LA PROTECCION Y MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA**

## **Proyecto Control de Plagas del Cafeto.**

### **INFORME FINAL**

#### **1. INTRODUCCION**

En la década del 70, la región centroamericana enfrentó serios problemas en la producción de café con la introducción de la Broca del Fruto en Guatemala en 1971 y la Roya Anaranjada en Nicaragua en 1976. Estos problemas fitosanitarios se diseminaron a los países vecinos en el transcurso de los años siguientes, causando reducción en los rendimientos y al mismo tiempo aumentaron los costos de producción en una proporción alarmante.

La reducción del ingreso de los pequeños productores causó mucha preocupación en toda la región, lo cual motivó a los países, a la creación del Programa Regional para la Protección y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), en 1978.

En 1981, los países de la región solicitaron ayuda técnica y financiera a la Oficina Regional para Programas en América Central de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América, quién financió el proyecto No. 596-0090, titulado "Proyecto Regional del Control de Plagas del Cafeto", a través de IICA/PROMECAFE.

Este proyecto tenía como objetivos el desarrollo de tecnologías para el control de los problemas fitosanitarios, nuevas técnicas de producción y el desarrollo de sistemas de información sobre diferentes aspectos del cultivo. La donación del AID fue de 6.0 millones de dólares durante el período de 1981 a 1990.

El proyecto se ejecutó en tres fases: la primera comprendió el período del 5 de Julio de 1981 al 31 de Diciembre de 1985; la segunda fase del 1 de Enero de 1986 al 31 de Diciembre de 1987 y la tercera fase del 1 de Enero de 1988 al 31 de Diciembre de 1990.

El objetivo general del Proyecto era el de aumentar la producción y el ingreso de los pequeños productores de la región. El propósito de esta actividad consistió en el desarrollo de un sistema integrado donde se combinan los esfuerzos y recursos de las instituciones nacionales y el Programa Regional, orientadas al Control de la Roya y la Broca con la finalidad de reducir sus efectos negativos en el ingreso de los pequeños productores.

Se identificaron los siguientes componentes dentro del Proyecto:

- a. Estudios de la biología y control de la Roya.
- b. Estudios de la biología y control de la Broca.
- c. Análisis, control y registro de plaguicidas.
- d. Desarrollo y reproducción de variedades resistentes a la Roya.
- e. Desarrollo de una metodología para la propagación asexual en la multiplicación de materiales genéticos mejorados.

- f. Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología apropiada para los pequeños productores.
- g. Desarrollo de metodologías para la evaluación de la eficiencia de los equipos de aplicación de pesticidas.
- h. Desarrollo de un banco de datos y sistemas de información.
- i. Entrenamiento de personal técnico-científico de los países participantes en las nuevas tecnologías, para lograr el mejoramiento tecnológico del cultivo.

El café, ha sido la base de las economías de los países de la región, aportando en promedio un 30% de las exportaciones totales y significa en materia de ingresos fiscales una fuente primordial para los Gobiernos del área.

Desde su inicio, PROMECAFE ha contado con el apoyo decidido de instituciones regionales como el CATIE y OIRSA y en el aspecto financiero de la Oficina Regional para Centro América y Panamá (ROCAP) de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos.

Desde 1980, PROMECAFE ha mantenido un convenio de cooperación técnica con el Instituto Francés de Café y Cacao, (IRCC), mediante el cual han sido asignados especialistas en diferentes disciplinas que han aportado valiosas contribuciones a los países y por ende al programa regional. Asimismo, el IRCC ha colaborado en la capacitación del personal con entrenamientos cortos y a nivel de postgrado para técnicos de las instituciones cafetaleras.

El apoyo financiero de USAID/ROCAP en la década del 80, permitió el establecimiento de redes de investigación entre las instituciones nacionales en diferentes campos: Fitopatología, Entomología, Mejoramiento, etc., por medio de las cuales, ha existido una comunicación fluida entre el personal técnico de los países, que ha permitido coordinar actividades y conocer los avances logrados en cada país en la diferentes áreas temáticas.

Al cabo de 10 años de operación, PROMECAFE en cooperación con las instituciones nacionales ha generado tecnología adaptada a las condiciones de producción de los países en aspectos de manejo integrado de plagas y enfermedades, mejoramiento genético, cultivo de tejidos, manejo agronómico, etc. Los problemas fitosanitarios que eran una seria preocupación a fines de la década del 70, en la actualidad, se consideran rutinarias las prácticas de manejo y control de estas plagas.

## **1.1 Situación Actual de la Caficultura Regional**

La situación económica de los países miembros de PROMECAFE, se puede considerar sumamente crítica por las consecuencias de la deuda externa y la baja de los precios en los principales productos de exportación. A partir de julio de 1989 con el rompimiento del sistema de cuotas, los precios del café, sufrieron una reducción hasta del 50% en relación al precio mínimo del convenio, lo cual afectó los ingresos de divisas y la recaudación fiscal de todos los países.

Con el transcurso del tiempo, se ha observado una ligera recuperación de los precios en un mercado libre controlado por la oferta y demanda que todavía no ofrece un margen atractivo de

rentabilidad para el productor de café, principalmente en sistemas de producción con una tecnología de alto consumo de insumos: fertilizantes, agroquímicos, etc.

En la actualidad, se estima un área sembrada con café de 1,536,000 hectáreas, (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Superficie, producción y productividad de café de los países miembros de PROMECAFE\***  
Cosecha 1989/1990

PAIS	SUPERFICIE MILES HAS.	PRODUCCION 1,000 SACOS (60 Kg)	PRODUCTIVIDAD Kg/Ha
México	520	4500	587
Guatemala	285	3295	746
El Salvador	171	2377	891
Honduras	172	1965	786
Nicaragua	99	600	367
Costa Rica**	102	2450	1441
Panamá	34	220	489
República Dominicana	<u>153</u>	<u>756</u>	<u>303</u>
	1536	16163	(16.7%) 631
Brasil	3460	26000	(27.0%) 471
Colombia	1077	13600	(14.1%) 800

FUENTE: \* World Coffee Situation. USDA. September, 1990.

\*\* Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica, 1990.

Producción mundial cosecha 89/90; 96 millones de sacos  
Producción regional 16.7% de la producción mundial.

## 1.2 El Programa Cooperativo

Desde su inicio en 1978, PROMECAFE ha venido funcionando por medio de un conjunto de redes en diferentes disciplinas y áreas temáticas relacionadas con la protección y modernización de la caficultura, con una infraestructura básica de coordinación y apoyo logístico, en la que participan activamente las instituciones nacionales relacionadas con el cultivo.

El esfuerzo cooperativo a nivel regional, además de asegurar una acción continua e integrada tiene la ventaja que permite alcanzar niveles muy próximos al óptimo en términos de "economía de escala", en vista de que utiliza una estructura muy simple de apoyo, dirección y coordinación, bajo el mandato del Consejo Asesor.

Los programas de cooperación horizontal, fortalecen a la investigación de cada país, incorporan elementos de asistencia técnica externa, y propician el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Este tipo de cooperación da como resultado relaciones beneficio\costo altas para los países participantes.

### **1.3 Objetivos**

En el campo de la cooperación horizontal, el objetivo general de PROMECAFE, se puede sintetizar de la manera siguiente:

- Promover el fortalecimiento de las actividades orientadas a la tecnificación de la caficultura regional en general y específicamente a la generación y transferencia de tecnología adecuada a las condiciones de los productores a través del desarrollo de mecanismos de integración y cooperación entre las instituciones nacionales.
- Promover la modernización de la caficultura, para lograr un incremento de la productividad y el mejoramiento del nivel de vida del pequeño y mediano productor de café.

Para lograr el objetivo general, se han definido objetivos específicos relacionados con:

- Capacitación intensiva de los recursos humanos.
- Apoyo al desarrollo de las actividades de investigación y transferencia de tecnología.
- Asistencia en aspectos de importancia en la productividad y consecuentemente en la modernización de la caficultura.
- Asistencia en la elaboración de proyectos regionales y nacionales.
- Información y análisis de mercado

### **1.4 Estrategia Operativa**

La estrategia operacional para alcanzar los objetivos propuestos, depende de un alto nivel de coordinación e integración operativa entre los organismos nacionales miembros del programa, en la búsqueda de soluciones a problemas comunes.

Es muy importante una definición de prioridades y el establecimiento de políticas comunes de acción entre las instituciones cafetaleras de la región. El esfuerzo de priorización permite identificar áreas comunes de interés y el posible desempeño de cada una de las instituciones en la realización de las actividades sobre diferentes áreas o disciplinas.

La estrategia operacional de PROMECAFE, consiste en una organización modular, en la que aparte del Consejo Asesor y la Dirección del Programa, los módulos están integrados por

proyectos sobre áreas temáticas específicas que forman redes de cooperación técnica, apoyo recíproco y acción conjunta.

La organización modular, permite la flexibilidad necesaria para fortalecer, renovar, reemplazar e incorporar nuevos proyectos dependiendo de la disponibilidad de financiamiento.

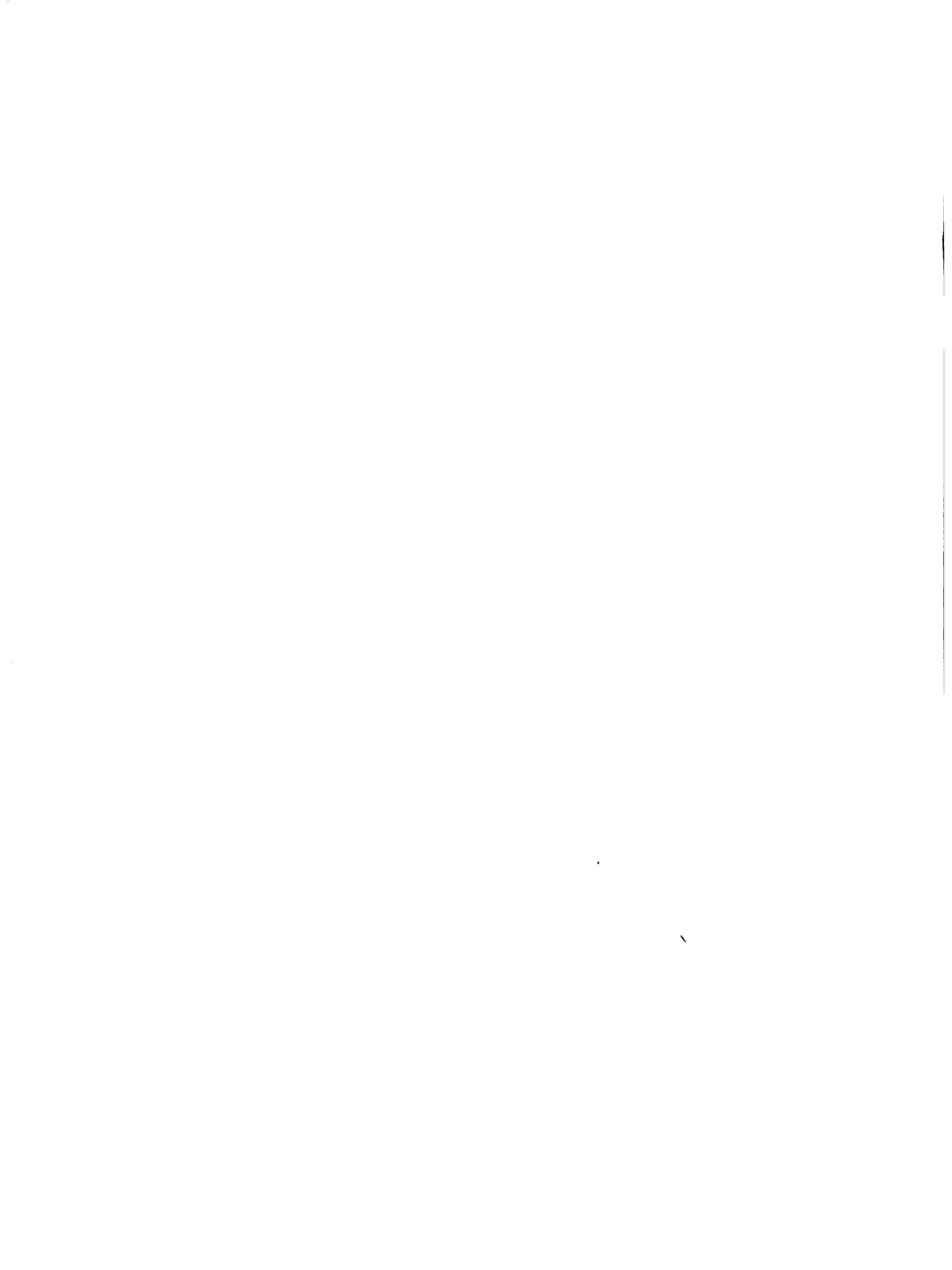
## 1.5 Organización

PROMECAFE, como Programa Cooperativo, tiene un Consejo Directivo integrado por delegados de los países miembros.

<b>País</b>	<b>Institución Participante</b>
Costa Rica	Instituto Costarricense del Café, Programa Cooperativo ICAFE-MAG.
El Salvador	Instituto Salvadoreño del Café, Consejo Salvadoreño del Café.
Guatemala	Asociación Nacional del Café
Honduras	Instituto Hondureño del Café
México	Instituto Mexicano del Café/Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste de México.
Nicaragua	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Comisión Nacional del Café.
Panamá	Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Depto. de Café y Cacao.
Rep.Dominicana	Secretaría de Estado de Agricultura, Depto. de Café.

Cada país/institución aporta una cuota anual de US\$ 20,000.00 desde que se firmó el convenio inicial en 1978. Este convenio ha sido ratificado en 1982 y 1987, estando vigente hasta el 31 de diciembre de 1992, pudiendo ser renovado de común acuerdo entre los países y el IICA.

A continuación se presenta un resumen de los principales logros obtenidos en el Proyecto de Control de Plagas del Cafeto.



## 2. BIOLOGIA Y CONTROL DE ROYA DEL CAFETO



### 2.1 Introducción

Desde la primera detección de la Roya en la región mesoamericana (Nicaragua 1976), los grupos técnicos de las instituciones relacionadas con el cultivo, comenzaron a desarrollar sus investigaciones, sobre todo en cuanto a su epidemiología, alternativas de control químico y equipo aspersor adecuado. Ante la diseminación de la enfermedad hacia los países vecinos, en cada uno de ellos se generaron recomendaciones a los productores, en base a investigaciones realizadas en otros países como Brasil; hasta los primeros años de la década de los 80 se tenían recomendaciones de 7 aplicaciones por año (Honduras) y 5 aspersiones por año (El Salvador), con una frecuencia mensual a partir del primer mes de la época de lluvias, con fungicidas a base de cobre a razón de 3.5 a 4 kg por manzana (0.7 ha).

Con la ayuda financiera del USAID/ROCAP a través del Proyecto "Control de Pestes del Café" 596-0090, firmado en junio de 1981, se logró concretizar acciones en los diferentes países en apoyo al fortalecimiento de la capacidad técnica y científica de las instituciones en la Región y a la generación de información experimental para el combate eficiente de la enfermedad en los diferentes países, los cuales fueron objetivos fundamentales durante la evolución del Programa dentro de su estrategia.

Producto de esas investigaciones, con la asesoría y el apoyo logístico de PROMECAFE se cuenta con información regional sobre el desarrollo de la enfermedad en diferentes condiciones de ambiente y de alternativas de control químico eficientes, conocimientos que, a la altura en la que se encuentra el Programa, las ha llevado a un nivel de Validación dentro de los mismos países autores de esa investigación y ha tratado de implementarlos mediante un fuerte componente de capacitación a otros, cuyos recursos les ha impedido generar información propia.

## 2.2 Biología y Epidemiología de la Roya

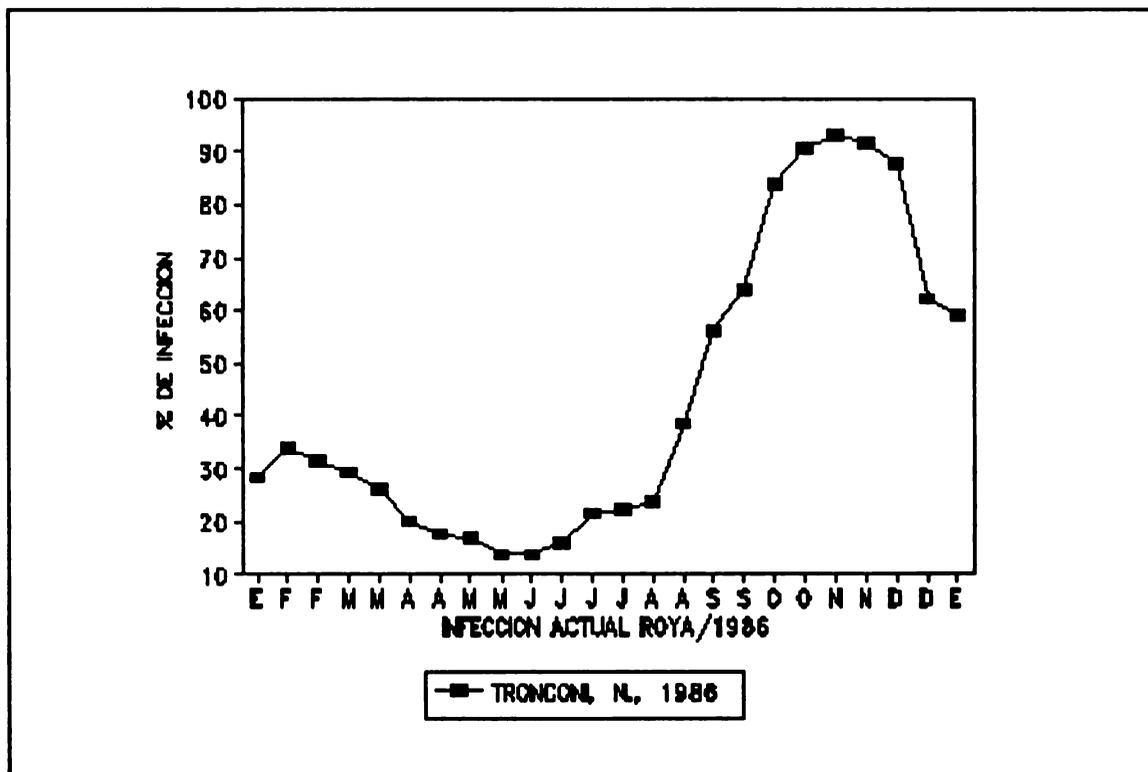
El hongo Hemileia vastatrix y la enfermedad que produce, han sido sujetos de múltiples estudios a nivel mundial. En los estudios Regionales y dentro de la Biología del hongo se confirmaron en estudios de campo los rangos de Temperatura y Humedad relativa (18 a 27°C y 80-100% H.R., respectivamente) reportados desde las investigaciones de Rayner, como los favorables al desarrollo del hongo (Alas, 1986). A nivel de invernadero fue factible establecer períodos de latencia del patógeno en plantas de vivero, los cuales tuvieron una duración aproximada de 20 días, 6 días menor que en plantas de vivero mantenidas en el campo; los rangos de Temperatura observados en un 75% de las horas que duró el proceso fueron de 15 a 25°C con una Humedad superior al 80% (Alas, 1990). Cabe mencionar aquí, que la estructura (invernadero) donada por el Programa a El Salvador originó un fuerte programa de trabajo para la modificación de las condiciones climáticas dentro de la estructura de fibra de vidrio identificada como "de máximo aprovechamiento de la radiación solar", que originaba mucha inestabilidad climática, a lo que se sumaban los frecuentes cortes de energía que sufre el país. Este trabajo se condujo con la iniciativa de los técnicos nacionales y con la ayuda de un especialista en invernaderos (Poole, 1988).

En cuanto a las razas de H. vastatrix existentes en la Región, la mayoría de los países ha reportado la Raza II; solamente y por única vez se detectó la presencia de la Raza I en El Salvador (Gálvez et al, 1984). La agresividad de las razas de este hongo, parece estar en relación inversa con el número de genes de virulencia; en el desarrollo de su tesis doctoral, Gil (IRCC-PROMECAFE-ISIC, 1988) detectó que el índice de la intensidad de la enfermedad provocada por la Raza II que posee sólo un gen de virulencia (SH5) es superior a las de las Razas III, XV y I con dos genes de virulencia y el índice de éstas a su vez es superior al de la Raza X que posee 3 genes de virulencia ( $v_1$ ,  $v_4$ ,  $v_6$ ); asimismo, detectó que la velocidad máxima de esporulación obtenida con la Raza II es 3 ó 4 veces más elevada que aquella de las Razas I, III y XV; la velocidad máxima de la Raza X es aproximadamente diez veces más débil que la de la Raza II. Las Razas con mayor cantidad de genes de virulencia producen lesiones más pequeñas que las de la Raza II; de todas las Razas estudiadas, la Raza X es la que muestra una esporulación más débil.

Dentro de los estudios Epidemiológicos, cabe señalar que las curvas de progreso de la enfermedad desarrolladas durante varios años y en diferentes países y zonas (Honduras, México, El Salvador), denotan una tendencia similar en todos los casos. Todas las curvas manifiestan un período de bajo nivel de infección correspondiente a los meses de inicio de lluvias (mayo-junio-julio); el inicio y desarrollo del crecimiento logarítmico (que se ha dado en llamar "crecimiento acelerado") entre agosto y diciembre, presentándose en la mayoría de los estudios, los máximos niveles de infección entre noviembre y diciembre, coincidentes con la cosecha (Alas, 1986, 1989; Villanueva, 1989; Tronconi et al, 1986; Avelino, 1989).

Los análisis preliminares de estos datos en donde se pretende estudiar el comportamiento epidemiológico de la Roya del Cafeto en asociación con los factores agroclimáticos han presentado los siguientes resultados, dentro de otros:

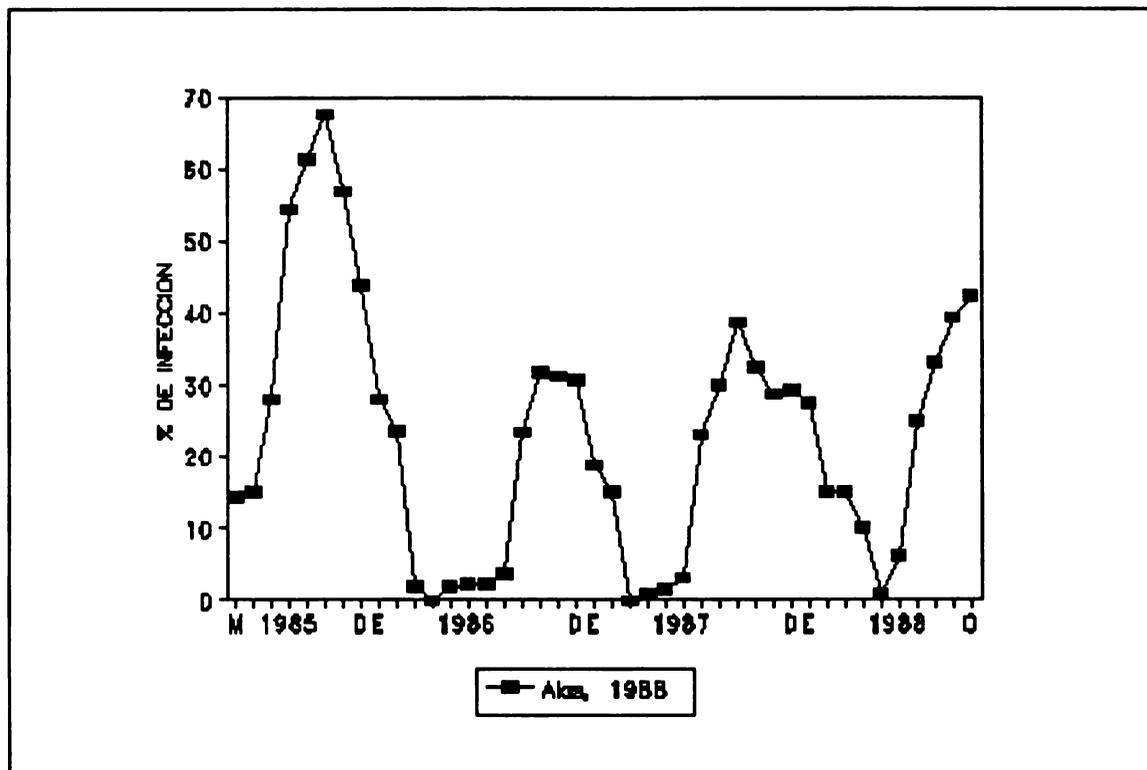
- 2.2.1 Los niveles máximos de infección alcanzados por la enfermedad no son los mismos para todos los años en una misma zona, tampoco lo son los niveles mínimos, los cuales manifiestan un efecto cuadrático; estos niveles mínimos que se expresan como "inóculo residual" de una epidemia a otra, reaccionan en su magnitud ante un período con lluvias constantes con un promedio de Temperatura de 23°C. (Tronconi, et al, 1986).



Gráfica 1. Estudio Epidemiológico de la Roya del Cafeto. IHCAFÉ, Honduras. 1985.

- 2.2.2 Alas (1989) en El Salvador, al calcular la duración del ciclo completo, o sea el período de mínima infección más el período de infección máxima, en un estudio llevado en una plantación a 960 m.s.n.m., desde 1985 a 1988, los determinó en 210, 180, 210 y 180 días, lo que manifiesta una bienalidad en el comportamiento de las epidemias, lo que coincide con la bienalidad del cultivo. En ese mismo estudio, al establecer el grado de correlación existente entre los índices de infección y las variables climáticas que se lograron cuantificar durante las epidemias, se pudo determinar que la lluvia acumulada 45 días antes de cada observación, se asocia en forma negativa y altamente significativa con los índices de infección y de forma positiva significativa con las temperaturas mínimas, por

lo que se concluye que 45 días es el máximo tiempo permisible para iniciar un programa de control químico, a partir de precipitaciones arriba de 7 mm, normalizadas dentro del período lluvioso.



Gráfica 2. Estudio epidemiológico de la Roya del Cafeto. ISIC, El Salvador.

2.2.3 En referencia a los pisos altitudinales en donde se cultiva el cafeto en la Región que abarca PROMECAFE, se han detectado diferencias en cuanto a los niveles de ataque. En estudios conducidos en México a baja altitud, reportan niveles más altos de enfermedad que los encontrados a altitudes superiores (Avelino, 1989; Villanueva, 1989; Bonilla, C. et al, 1986), mientras que, para cafetales en El Salvador y algunas regiones de Honduras, el nivel de ataque a una altitud media (800 - 900 m) es superior al de una baja altitud.

En estos países, la marcha diaria de la Temperatura en condiciones de baja altitud presenta rangos muy grandes entre la máxima (diurna) y la mínima (nocturna), lo cual es muy limitante para los períodos de incubación del hongo, tornándolos más largos, por lo que la epifitias es menor que en aquellas zonas donde el rango entre Temperatura máxima y mínima diaria se acorta produciendo períodos de incubación de menor duración, mayor número de generaciones y, por consiguiente, una mayor incidencia de la enfermedad.

Sobre los períodos de incubación (PI), Moreno (1985) en El Salvador, reportó en un estudio desarrollado a 465 m.s.n.m. una duración de 23 días, estrictamente en los meses del

período lluvioso con alta nubosidad, y mayores de 30 días para el período de sequía. El PI mas corto detectado fue de 20 días en condiciones de rangos de Temperatura (máxima-mínima) de 6°C, entre el 85 y 100% de humedad relativa; este período estableció el inicio del crecimiento logarítmico de la curva de progreso, con un promedio de 23.3 horas por día con Humedades Relativas arriba de 85% en los meses de agosto y septiembre (período lluvioso). Las condiciones de Temperatura para el período de sequía aumentaron a un rango de 8 a 9.1°C entre la máxima y la mínima, reduciéndose a 0 el número de días con Humedad Relativa arriba del 85%. En condiciones de mayor altitud (960 m.s.n.m.) el rango de Temperaturas en promedio se mantiene estable durante casi todo el año ( $\pm 4^\circ\text{C}$ ) con una pluviometría mayor, favoreciendo el desarrollo de la epidemia (Alas, datos no publicados).

**2.2.4** La influencia de la intensidad y duración de las lluvias sobre la Incidencia de la enfermedad y sobre el curso de las epidemias encontrada en los estudios Regionales, ha venido a confirmar datos obtenidos con anterioridad por otros autores de otros países afectados por Roya. El hongo precisa del contacto con agua líquida en la hoja del hospedero susceptible para germinar y colonizar. Salazar (1984) en base a evaluaciones micrometeorológicas en un cafetal pudo determinar, para los meses del período lluvioso en El Salvador (mayo-octubre) un promedio de 19.3 horas diarias con mojadura de las hojas para cada mes de dicho período; Moreno (1984) en su estudio epidemiológico estableció que se requieren de 7 a 14 mm de lluvia como mínimo para obtener de 12 a 24 horas de mojadura de la hoja. Se considera que este dato es muy importante dentro de este tipo de estudios, ya que ayuda a explicar el nivel de ataque que se produce en cafetales con alta pluviometría en la Región, como sucede en la zona del lago Yojoa en Honduras -3000 mm de lluvia anuales- (Palma et al 1988). La mayoría de los cafetales de la Región que cubre PROMECAFE se desarrollan bajo sombra por razones de clima y de ingresos adicionales (frutales); Salazar (1984) sostiene que este tipo de cafetales presenta condiciones microclimáticas características, influenciadas principalmente por la lluvia, la cual difiere en cantidad dentro y fuera de la plantación, siendo mayor la cantidad captada dentro de la misma, debido a la arquitectura del follaje, área foliar y goteo de los árboles de sombra. También reporta diferencias entre las Temperaturas obtenidas dentro del cafetal y fuera del mismo, obtenidas en una estación meteorológica base.

**2.2.5** Dentro de las metodologías usadas para la toma de datos en estos estudios, se observan también diferencias, la mayoría utiliza criterios de evaluación afines mediante, la metodología descrita en el documento "PROMECAFE, 10 años de labores". La mayor discrepancia consiste en utilizar bandolas marcadas o en tomar mediciones al azar; ambos métodos han presentado inconvenientes, como el que las bandolas (ramas) marcadas se pierdan por defoliación o por razones ajenas al estudio, lo que induce al técnico a la sustitución permanente de las mismas, perdiéndose la continuidad de sus datos; otro factor es que si el área de muestreo se restringe dentro de la planta, se desconoce lo que sucede en el resto de la misma. El muestreo al azar puede evitar estos problemas, pero tiene el inconveniente que no se puede relacionar la evolución de una epidemia dentro de la evolución del área foliar de la planta, a menos que se desarrolle paralelamente un estudio fenológico del cafeto. Recientemente Avelino (1989) propone una metodología que toma en cuenta la edad fisiológica de las hojas en base a la determinación en la bandola de un

entrenado muy corto que marca el límite entre las diferentes generaciones de hojas y que a la vez permite la historia individual de las mismas.

Durante la última Reunión Regional sobre Roya y otras enfermedades del Cafeto (Memoria, julio 1990) se comentó que tratar de homogenizar completamente las metodologías de estudio era utópico, tanto para estudios de control químico como Epidemiológicos porque existen muchas diferencias en el tipo de plantaciones, arquitectura de la planta, etc. que pueden modificarlas. A esto podríamos agregar, la disponibilidad del recurso humano con el que cuentan las instituciones y el respectivo apoyo logístico para hacer estos estudios más detallados. Ambas metodologías de lectura: bandola marcada y hojas al azar son igualmente eficientes (Oseguera, 1982); no obstante, el marcaje de bandolas al azar en toda la planta se concluyó, en la plenaria de este evento, que era el más satisfactorio porque permite correlacionar el desarrollo de las epidemias en función del follaje del hospedero. También permite medir la defoliación causada por la enfermedad y éste es un dato que aunque ya fue confirmado que guarda una alta correlación con el nivel de infección, son pocos los estudios que los consideran.

- 2.2.6 Las diferencias encontradas en los niveles de ataque de Roya en los países miembros de PROMECAFE, han manifestado estar ligadas al grado de tecnología con el que se manejan las plantaciones; Avelino (1989) reporta en su estudio que los niveles de enfermedad encontrados en cafetales de porte bajo en vías de tecnificación, en la costa de Chiapas, México, no son un problema grave; lo mismo se ha reportado en los cafetales con alta densidad de siembra y totalmente expuestos al sol de Costa Rica (Ramírez, 1988).

No obstante lo anterior, no debe de olvidarse que este tipo de tecnología no es aplicable a todas las zonas donde se cultiva café en la Región, por su topografía, tipo de suelos, pluviometría, etc.; ni tampoco es una tecnología fácilmente adoptable por los diferentes estratos de caficultores, dado sus altos costos de producción.

- 2.2.7 Los estudios Epidemiológicos se suponía, vendrían a establecer la pauta para observar pérdidas en la cosecha, provocadas por el ataque de Roya, complementada esta observación con los resultados de costos de control químico, a manera de establecer los Niveles Críticos de esa enfermedad en diferentes condiciones de ambiente. Pocos han sido los esfuerzos desarrollados en este sentido y aún más los concluidos; Bonilla (1983-1986, datos no publicados) inició esta investigación en El Salvador, en los cultivares Bourbon y Pacas, tratando de mantener rangos de infección estables mediante la aplicación de fungicidas. Después de 3 cosechas consecutivas no logró determinar el impacto de los niveles de infección en la producción, asumiéndose que este estudio debería de prolongarse por espacio de unos dos años más.

Durante el desarrollo de algunos trabajos se han reportado bajas en la producción atribuibles a la enfermedad; Palma et al (1988); Escoto y Tronconi, (1989) y Tronconi et al (1987) mencionan que según registros nacionales, en Honduras, en zonas donde los porcentajes de infección son superiores al 80%, cuando no se efectúa ningún tipo de control (cultural o químico), se reduce un 42% de la producción. González y Sánchez (1984) en un estudio realizado en México, en plantas de la variedad Caturra, de 12 años de edad, evaluando diferentes porcentajes de defoliación (0, 25, 50, 75 y 100%), mencionan un descenso en las cosechas acumuladas 1981-82 y 1982-83, desde un 27% para el 25% de defoliación, hasta un 74% de descenso para el 100% de defoliación. Tronconi et al (1990), en un estudio de control químico efectuado en la zona del Lago de

Yojoa, Honduras, reportan una relación inversa entre la infección y la producción, determinándose que niveles de infección por Roya alrededor de un 39% ocasionan una pérdida de 23 a 26%. Alas (1989) en su estudio desarrollado a 960 m.s.n.m. en una zona clasificada como "Bosque muy húmedo subtropical", con una duración de 4 años, menciona que la enfermedad ocasionó una reducción del 50% en la cosecha; no obstante haber realizado en la parcela todas las labores normales del cultivo. El nivel mínimo detectado al inicio de la epifitía no fue mayor del 5% y el nivel máximo detectado en el mes de diciembre en los tres últimos ciclos, fue menor o igual al 40%. De lo anteriormente expuesto se concluyó que la enfermedad es de alto riesgo económico para cafetales localizados en condiciones ecológicas similares a las del estudio.

Desafortunadamente, no se tienen resultados de estudios Epidemiológicos desarrollados en otros países del área; Costa Rica no ha analizado sus datos obtenidos por el Departamento de Sanidad Vegetal, en diferentes regiones del país, ya que los niveles de ataques de Roya han sido mínimos en años anteriores.

## 2.3 Control Químico

Esta es el área en la que los países han dado mayor énfasis a sus investigaciones, lógicamente para dar una respuesta rápida a los productores cuyas plantaciones se vieron afectadas por la enfermedad.

Como se menciona en la introducción de este informe, muchas de esas recomendaciones fueron producto de una investigación importada de otros países en convivencia con Roya. Aún antes de que PROMECAFE proporcionara su apoyo a estos trabajos, países como Honduras y El Salvador ya habían comenzado a realizar sus investigaciones, insumo sobre el cual tuvo su desarrollo el apoyo brindado por el Programa.

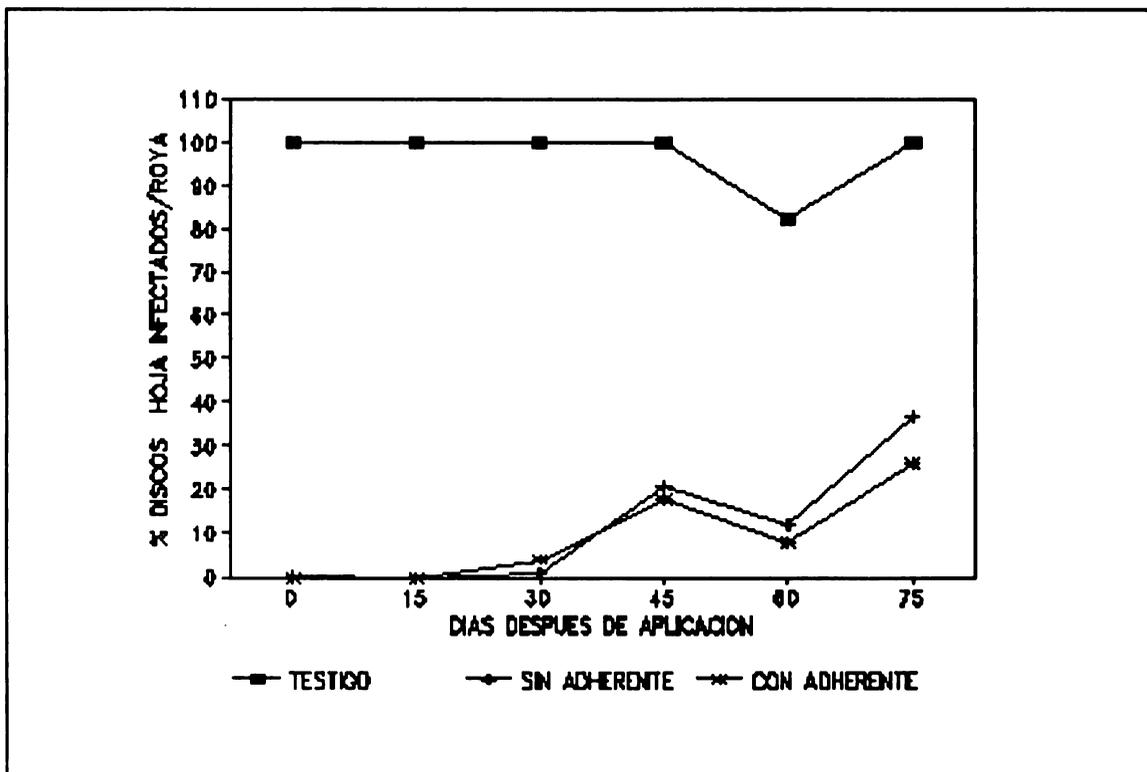
El trabajo sobre control químico ha tenido como objetivos, la búsqueda de la dosis óptima de fungicidas eficientes en el combate de la roya, su frecuencia y épocas adecuadas de aplicación. Sería muy extenso de mencionar individualmente, los resultados que cada uno de estos estudios ha producido en los diferentes países, sobre todo porque muchos de ellos han sido muy similares en sus tratamientos.

En todos los países los fungicidas más evaluados han sido los productos de contacto, formulados como polvos mojables y cuyo ingrediente activo es el cobre metálico. Anteriormente se sabía que estos productos tenían una persistencia no mayor a un mes después de haber sido asperjados; Gil y Bautista (1982), estudiando diferentes frecuencias de aplicación de oxiclورو de cobre y óxido cuproso desde 5 hasta 2 aplicaciones en el año, determinaron la eficiencia de 3 aplicaciones de ambos productos, aspersiones hechas cada 60 días en condiciones de media altura en El Salvador; en este mismo trabajo, donde los fungicidas fueron aplicados con y sin adherente y mediante pruebas de laboratorio, se determinó que la persistencia de los productos se ubicaba dentro de los 45 a 60 días después de la aplicación, corroborando la eficiencia de las aplicaciones bimensuales, en la frecuencia junio-agosto-octubre.

En la evaluación de diferentes formulaciones de cobre, varios investigadores (Santacreo et al, 1984; Bonilla, 1984, 1987; Palma et al, 1988) coinciden en afirmar que no existen diferencias

significativas entre 2.0 a 4.5 kg de producto comercial por hectárea, estableciéndose en promedio 3.5 kg para oxiclорuros y 2.0 kg para óxidos e hidróxidos, todos ellos al 50% de cobre metálico.

Mediante metodología propuesta por Javed (1984), se procedió a evaluar los fungicidas en número de 12 a 14 dosis en laboratorio, antes de llevar al campo experimentos con un gran número de tratamientos. Se tomó como testigo la dosis de 3.5 kg de oxiclорuro de cobre; sobre esto, Bautista (1984-1985) en diferentes ensayos que se establecieron como de rutina en el laboratorio de ISIC, El Salvador, determinó las concentraciones 0.35% (equivalente a 3 gr/litro de agua) para óxidos e hidróxidos y 0.5% (equivalente a 5 gr/litro de agua) para oxiclорuros de cobre.



Gráfica 3. Evaluación de frecuencia de oxiclорuro de cobre, C/S adherente. ISIC, El Salvador.

Estos resultados fueron llevados a campo por Bonilla (1986), a dos diferentes alturas sobre el nivel del mar (900 y 1200); en las frecuencias julio-agosto y octubre para 1983 y 1984 y junio-julio y agosto para 1984-1985, respectivamente a las alturas. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en el control de la enfermedad, usando las 3 diferentes fuentes de cobre; el testigo relativo siempre mostró mayor incidencia de la enfermedad que los tratamientos con fungicidas y un hecho importante es que se pueden utilizar dosis reducidas de óxidos e hidróxidos con igual efectividad a los oxiclорuros en dosis mayores.

Mediante la calibración previa del equipo aspersor, estos resultados demostraron que es posible hacer una deposición de 2.5 kg/ha de oxiclóruros y de 1.5 kg/ha de cobres micronizados (óxidos e hidróxidos), reduciéndose así la dosis estándar de 3 kg/ha de estos fungicidas. Estos datos necesitan pasar por un proceso de Validación que determine si son aplicables en diferentes condiciones ecológicas; por los menos Villanueva (1989) reporta que investigaciones realizadas en México, demuestran que el producto más efectivo en el control de Roya es el oxiclóruro de cobre, a razón de 6.6 gramos por litro, muy semejante a lo encontrado por Bonilla.

Con respecto a los estudios conducidos con otros fungicidas, conocidos como misceláneos, entre los que se pueden mencionar el Dimetil-ditiocarbamato de zinc (Tricarbamix); la formulación miscelánea de cobre 21% en forma de oxiclóruro, carbonato y sulfato más 20% de Etilen-bisditiocarbamato de manganeso y zinc (Trimiltox-Forte); Clorothalonil (Daconil 2787) por ejemplo, han presentado una eficiencia intermedia en cuanto a control de Roya y a dosis mayores que las usadas para los fungicidas cúpricos (Santacreo et al, 1984; Bonilla, C., 1984; Bonilla, J. C., 1983; Villanueva, 1989).

Con relación a evaluaciones de fungicidas sistémicos, también se ha generado mucha información en la Región, que ha abarcado desde la determinación de la eficiencia, sistemicidad, dosis, hasta modalidades de aspersión de este tipo de fungicidas usados solos, en mezcla o alternados con fungicidas cúpricos.

En resumen, la mayoría de los investigadores concuerdan en señalar la efectividad en el control de Roya, del Triazol Triadimephon y más recientemente de su sustituto Triadimenol, en dosis de 1.0 l/ha (Holgún, 1986; Bonilla y Bautista, 1986; Regalado y Ponce, 1984). Otro fungicida ampliamente evaluado es el Propiconazole, Triazol también, el cual ha manifestado buena eficiencia en dosis más bajas que el Triadimenol.

Dentro de la investigación mesoamericana, los resultados presentados por varios autores (Durán López, 1986; Bonilla, J., 1986; Bonilla y Bautista, 1986; Holgún, 1986), permiten descartar al Oxicarboxin de las alternativas de control químico de Roya. Este fungicida perteneciente al grupo de las Carboxilamidas, evaluado en diferentes dosis y frecuencias de aplicación ha presentado una eficiencia muy inferior a la alcanzada por otros fungicidas, sistémicos y de contacto.

En el pasado, debido al modo de acción de estos fungicidas sistémicos, se sugirió su utilización en una aplicación única, cuando se presentaron en una plantación índices iguales o mayores al 20% de infección por Roya. Este planteamiento fue rechazado por Bautista (1987), quien determinó que una sola aplicación de los sistémicos evaluados (Triadimefon, Pyracarbolide y Propiconazole) cuando la enfermedad alcanzaba el mencionado nivel, no era efectiva en su combate. Debido al precio de estos productos, la mejor alternativa encontrada en la utilización de los mismos, es la de aplicarlos en mezclas con fungicidas cúpricos a la mitad de sus respectivas dosis, en dos aspersiones por año; también es posible utilizarlos en forma alterna con los cúpricos en la dosis completa de ambos, dos aspersiones en el año, con un intervalo de 60 días entre cada aplicación (Bonilla, J. C., 1986).

En los últimos años, los estudios de control químico de Roya se han enfocado en la búsqueda de nuevas alternativas con ambos tipos de fungicidas de contacto y sistémicos. Productos

cúpricos con bajo contenido de cobre metálico, en formulación líquida y semilíquida han presentado una eficacia comparativa sin superar a los polvos mojables al 50% de cobre metálico (Tronconi, 1984; Rivera, 1990), pero en nuestra opinión deben de ser sujetos de más investigación, ya que ofrecen la ventaja de una menor contaminación por las concentraciones del metal pesado, se reduce la sedimentación de partículas y no obstruyen el equipo aspersor.

Dentro de los sistémicos permanecen en evaluación en la mayoría de los países miembros de PROMECAFE, productos promisorios como el Triadimenol en su formulación granulada que ofrece la ventaja de la no utilización de agua y del equipo aspersor y, además, la perspectiva de reducir el número de aplicaciones en el año (Tronconi, 1988). Otros productos cuyos primeros resultados son promisorios en el control de esta enfermedad y que aun se mantienen en estudio son el Hexaconazole, Cyproconazole y Diriconazole (Gil y Coutiño, 1990; Von Chong, 1989; Alvarez, 1989; Rivera, 1990 datos no publicados) que, al igual que el Triadimenol 25 CE, también se evalúan en su eficacia para otras enfermedades del cultivo (Hurtado, 1989; Chávez, 1989-1990).

## **2.4 Equipos Aspersores**

Como se menciona en la introducción de este documento, una de las áreas que ha comprendido la investigación sobre Roya del Cafeto y a la cual PROMECAFE ha brindado su apoyo, es la evaluación de equipos aspersores, en la búsqueda de una cobertura eficiente con los agroquímicos para el combate de la enfermedad. Estos trabajos también se han orientado a la reducción de los volúmenes de agua utilizada como vehículo de los fungicidas, ya que muchas plantaciones de la Región carecen o tienen dificultades en la adquisición de la misma.

En el apoyo a esta actividad han participado otras entidades como el Gobierno Inglés, mediante el Proyecto de Aspersión del Café, Reino Unido/Honduras, el que proporcionó a ese país 3.875 equipos, neumáticos e hidráulicos de 10 y 15 litros de capacidad. Costa Rica obtuvo la ayuda de GTZ y de FAO para esta actividad; la participación de PROMECAFE ha sido mayormente en la capacitación de los cuadros técnicos de las instituciones contraparte en el uso y mantenimiento de los equipos, principios de funcionamiento y técnicas de aplicación.

Alabí (1986) en un ensayo en el que evaluó la eficiencia de equipos motorizados de espalda (Solo Junior, 410; Polijacto PL-45; Holder SP.40 y Hardi MRY) y uno manual (Protecno) en el control de roya no reporta diferencias significativas entre los mismos. El equipo manual tuvo un gasto de agua tres veces mayor que el equipo motorizado y un tiempo de aplicación duplicado al de los motorizados. Alvarado (1986) en Costa Rica realizó comparaciones entre un equipo manual (Carpi), un estacionario (Carpi de doble manguera) y dos motorizados de espalda, uno de ellos con doble salida. La evaluación de la cobertura se realizó utilizando Hojas Holder, sin medir índices de infección; el gasto de agua reportado por los equipos para plantas de porte bajo en altas densidades de siembra fue de 1590 litros/ha (manual) 560 a 770 litros/ha motorizado de espalda y 1050 litros/ha para el estacionario. Ninguno de los equipos rebasó el 30% de cobertura.

En los ensayos realizados en El Salvador antes de ser detectada la enfermedad, se determinó que la aspersora motorizada de espalda con agitador y micropulverizador produjo los mejores grados de cobertura cuando se evaluó en condiciones de podas de cafeto, tradicionales en el país (múltiples verticales y parras) y en terrenos de topografía accidentada. Esto permitió garantizar penetraciones y coberturas satisfactorias con equipos con las siguientes

características: motor 2.5 a 4 HP con 750 a 800 RPM; capacidad de tanque 10-13 litros; caudal 0.19 a 1.0 litros/minuto y peso abastecido de 22 a 25 kg. En presencia de la enfermedad, este tipo de equipos dieron resultados efectivos; con aspersoras en ultrabajo volumen no se logró control satisfactorio (Campos, 1984). Alabí y Javed (1986) desarrollaron una metodología de prueba de equipos aspersores, la cual en El Salvador se usa como rutina para evaluar todos los equipos que van entrando al mercado de este país. Alabí y Ventura (1989) no reportan diferencias significativas en el control de la enfermedad, usando equipos manuales y motorizados con diferentes arreglos de boquillas; la única diferencia se presenta a nivel del gasto de agua. En el estudio que actualmente se desarrolla con un equipo manual (Jacto PJH) con diferentes arreglos de boquillas, tratando de disminuir el volumen de agua, los datos preliminares reportan que el mejor control de la enfermedad se realiza con un volumen medio (300 litros/ha), el cual se logra con las boquillas Tx2, Tx3 y Delavan HC3-70; últimamente se evalúa en un equipo manual un accesorio de la lanza para doble boquilla, una de cono hueco y una de abanico, dispuestas en ángulo de 180 grados (Ventura, 1990 datos no publicados).

A pesar de no existir diferencias entre los equipos motorizados y los manuales en su eficiencia en las aspersiones contra Roya y que, con los motorizados se logra disminuir el gasto de agua y tiempo de aplicación, los equipos manuales son los que tienen mayor aceptación entre los productores por su bajo precio, su facilidad y bajo costo de reparación, lo práctico de su manejo y la ausencia de ruido en el mismo.

## 2.5 Validación de Tecnología

Los resultados generados en los diferentes países sobre el comportamiento de la enfermedad y sobre sus alternativas de control, permitieron definir momentos oportunos de inicio de aspersiones, su frecuencia y número en el año; asimismo, confirmó la eficiencia de dosis de fungicidas cúpricos, los cuales por su precio más bajo que el de los sistémicos los hacían más accesibles a los productores, que, además de tener sus cafetales afectados por la enfermedad, se enfrentan desde hace algunos años al problema de altos precios en los insumos y bajo precio del grano en el mercado mundial.

Para que los resultados obtenidos por los investigadores sean recomendados con suficiente seguridad a los caficultores, es necesario que se expongan a un proceso de validación, el cual es una fase intermedia en el proceso de generación y transferencia de tecnología, que permite demostrar en forma práctica a los productores la efectividad de la técnica a recomendar y su factibilidad económica. Por esta razón, PROMECAFE impulsó hacia la última fase del Convenio USAID/ROCAP, una serie de "Investigaciones en Fincas" con los resultados obtenidos en la experimentación con Roya.

El primero de estos trabajos lo ejecutó Bautista (1989) en El Salvador, dentro de un área cafetalera que comprende 11527.85 hectáreas y que fuera la zona piloto de la "Caracterización del Sistema de Producción del Café", dentro del Proyecto Generación, Adaptación y Transferencia de Tecnología para pequeños y medianos Productores de Café, del PROMECAFE.

En el diagnóstico realizado se detectó la necesidad de validar entre otros, los resultados de control químico de Roya, ya que este problema se encontró presente en la zona y muy pocos

caficultores la controlaban. Se instalaron 4 subparcelas de dos programas de control químico (junio - agosto - octubre, y agosto - octubre) con dos tipos de fungicidas cúpricos (óxido y oxiclورو al 50% de Cobre Metálico); estas alternativas se compararon con un Testigo sin aplicación y la alternativa del caficultor quien realizaba una sola aplicación con la mezcla Triadimefon 0.5 l/ha más oxiclورو de cobre 1.75 kg/ha. Este estudio tuvo una duración de tres años.

Los resultados obtenidos en este trabajo corroboran la eficiencia de ambos productos en el combate de Roya en la frecuencias establecidas; la producción en las parcelas asperjadas se incrementó en la segunda cosecha (1986 - 1987) a 6.69 y 7.17 quintales oro (oxiclورو a tres y dos aspersiones) más que la parcela sin aplicación que solamente produjo 3.96 quintales oro; las parcelas tratadas con óxido presentaron un incremento de 10.27 y 10.38 quintales oro, mas que la Testigo sin aplicación. El análisis económico en este estudio detectó que las alternativas que presentaron las mayores tasas de retorno marginal fueron los tratamientos con dos aspersiones, obteniendo con el óxido cuproso 3370% y con el oxiclورو 1520.68%.

**CUADRO 2. Análisis Marginal de Tratamientos con las Alternativas a base de Cobre en Parcelas de Validación. ISIC. El Salvador (Bautista, 1989).**

ALTERNATIVAS	KG/HA NETO	BENEFICIO VAR.	COSTO BEN.NET.	INC.MAR. COS.VAR.	INC.MAR. MARG.	T.R.
Oxido cuproso (JUN/AGO/OCT)	2.5	13,366.88	593.22	19.69	199.41	9.87%
Oxido cuproso (AGO/OCT)	2.5	13,347.19	393.81	1,710.11	50.74	3,380.33%
Oxiclورو de cobre (AGO/OCT)	3.5	11,637.08	343.07	5,217.03	343.07	1,520.68%
Sin aplicación	-.	6,420.05	0.0	-.	-.	-.

Durante 1989, se iniciaron 13 parcelas de validación de Manejo Integrado de Roya y Broca; 4 en El Salvador y 9 en Honduras. Se programó trabajar con ambos problemas fitosanitarios ya que así se podía tener ahorro en insumos, de tiempo y porque ambos se presentan combinados en mayor o menor intensidad en los cafetales de la Región.

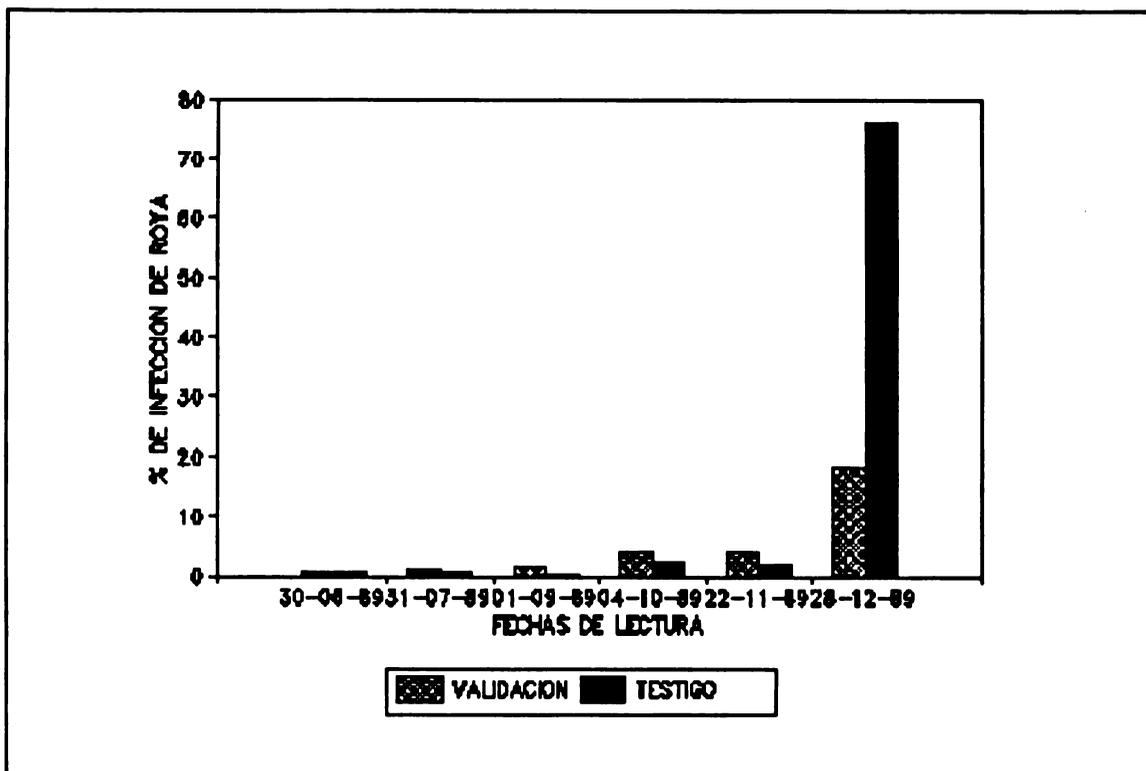
El paquete tecnológico sugerido para estos nuevos trabajos incluye los componentes: Agronómico, Fitosanitario y Económico. En cada uno de los países se ha tratado de implementar los resultados generados por los técnicos nacionales respetando sus experiencias propias. Existen diferencias en el diseño de las parcelas y en la metodología de toma de datos entre las parcelas que se desarrollan en los países: para el caso de El Salvador el tamaño de estas es de 2 mz, divididas en subparcelas de 0.5 mz en donde se estudia por separado, la tecnología sugerida, la influencia del manejo cultural sobre las plagas, la tecnología usada por el productor y el impacto de ambas plagas en un cafetal en abandono, tal como ha sucedido en muchas regiones del país en los últimos años. En esta última subparcela se pretende medir al final de este trabajo, el grado de adopción que pueda desarrollar el productor, mediante su experiencia adquirida en la ejecución de actividades junto al técnico.

Para Honduras, cada parcela mide 1.0 mz, dividida en 0.5 mz con el paquete tecnológico sugerido y 0.5 mz manejada a criterio del productor. En lo que respecta al control de Roya, para el caso de El Salvador, las aspersiones se programan cuando la enfermedad alcanza un rango de 5 a 10% de infección, detectado mediante muestreos mensuales; en Honduras, se usa la recomendación oficial del IHCAFE de realizar 4 aspersiones por año en forma mensual, de mayo a agosto.

El panorama que presentan los resultados preliminares de estos trabajos es muy interesante: en El Salvador sólo se ha realizado una aplicación por año y sólo en dos de las cuatro parcelas; en Honduras se han presentado casos en los que el nivel alcanzado por la enfermedad, en período de infección máxima, en la parcela Testigo, era muy bajo, como en el caso de la parcela instalada en Trojes, departamento Paraíso, en donde el nivel máximo de infección fue de 6.87% con una sola aplicación, mientras que la parcela de validación obtuvo en el mismo período 0.11% con 4 aplicaciones. Caso contrario se obtuvo en la localidad de El Diamante, Campamento, Olancho, en donde el nivel máximo de infección para el área con 4 aspersiones fue de 18.03%, mientras que en el testigo con una sola aplicación, para el mismo período, fue de 76% (Suazo, M. O., 1990).

Estos resultados fueron presentados en el Taller de Validación sobre Manejo Integrado de Roya y Broca, celebrado en Honduras del 13 al 16 de noviembre de 1990, aún se encuentran en proceso de análisis económico, pero no se necesita profundizar mucho para advertir que mediante esta modalidad de trabajo se están identificando zonas en donde se puede reducir el número de aspersiones de fungicidas al mínimo.

Estos trabajos, no pueden tener menos de 3 a 4 años de ejecución, se espera que den como resultado, alternativas eficientes y económicas para los productores en sus zonas de trabajo y, además, datos que definitivamente tendrán que ser retomados por los investigadores para una reevaluación.



Gráfica 4. Parcela de validación. Diamante, Campamento, Olancho, Honduras.

## LITERATURA

ALABI, J.A. Evaluación de equipos de aspersión (M.V.), utilizando la mezcla fungicida-insecticida-Tacramento y como indicadores en el combate de la Broca del Fruto, Roya del Cafeto y Absorción de elementos menores. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.

\_\_\_\_\_; VENTURA, M.C. Selección y calibración de equipos para la aplicación de agroquímicos en el cultivo del café. In Curso Internacional sobre Tecnología de aplicación de agroquímicos en café. San Salvador, El Salvador, 11-22 de noviembre de 1985.

ALAS, G.M. Caracterización de condiciones micrometeorológicas de invernadero y su utilización en aspectos relacionados con el cultivo del cafeto. In Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y otras enfermedades del cafeto. San José, Costa Rica, 17-20 de julio de 1990.

- \_\_\_\_\_. Estudio de la epidemiología de la Roya del Cafeto *Hemileia vastatrix* Berk & Br. en cafetal ecológicamente clasificado como "Bosque muy húmedo subtropical (960 m.s.n.m.)" In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.
- ALVARADO VARGAS, M.A. Resultados del programa de investigación en técnicas de aspersión en cafetales en Costa Rica. 1985. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.
- ALVAREZ ALEMAN, L.A. Evaluación de fungicidas y dosis para el control de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989).
- AVELINO, J. Metodología para el estudio de epidemiología de la Roya del Cafeto. In XI Simposio de Caficultura Latinoamericana, San Salvador, El Salvador, 5-6 de diciembre de 1988.
- BAUTISTA PEREZ, F. Validación de dos fungicidas cúpricos en el control químico de la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.
- BONILLA, C. A.; VILLATORO, J.O. TRONCONI, N. Desarrollo de la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) y su relación con factores climáticos en el campo experimental Los Linderos, Santa Bárbara. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.
- \_\_\_\_\_.; BAUTISTA PEREZ, F. Estudio de la efectividad de fungicidas sistémicos en el control de Roya del Cafeto en plantas de vivero. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.
- \_\_\_\_\_. Dosis y modalidades de aspersión de fungicidas sistémicos y oxiclورو de cobre 50% CuM en el control de Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.
- CASTRO GARCIA, G; COUTIÑO, D. Evaluación de fungicidas para el control de la Roya anaranjada del cafeto *Hemileia vastatrix* y Br. Misantla, Veracruz, México. In Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y otras enfermedades del cafeto. San José, Costa Rica, 17-20 de julio de 1990.
- CHAVES C., O. MORA B., B. Evaluación preliminar in vitro de fuentes y dosis de fungicidas cúpricos sobre la inhibición del hongo *Hemileia vastatrix* Berk et Br. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.
- FRENCH, J.B. Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.

GALVEZ, G.C. Patología del cultivo: un resumen sobre investigaciones relacionadas a Roya y Ojo de Gallo. In XIII Simposio de Caficultura Latinoamericana. CICAPE, Heredia, Costa Rica 18-21 de septiembre de 1990.

GIL, S.G.; BAUTISTA PEREZ, F. Evaluación de épocas y frecuencias de aplicación de Oxiclورو de Cobre 50% y su persistencia activa en el área foliar para el combate de la Roya del Cafeto *Hemileia vastatrix* Berk & Br. In Primera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. San Salvador, febrero 27-marzo 2 de 1984.

\_\_\_\_\_. Investigación sobre la resistencia a *Hemileia vastatrix* Berk y Br de genotipos de *Coffea arabica* L. de origen etíope. In XI Simposio de Caficultura Latinoamericana, San Salvador, El Salvador, 5-6 de diciembre de 1986.

HOLGUIN MELENDEZ, F. Evaluación de productos químicos para el control de la Roya del Cafeto. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.

OSEGUERA V., S.; SANTACREO, R.; POLANDO, E. Período de incubación y generación de *Hemileia vastatrix* Berk en tres zona cafetaleras de Honduras, Centroamérica. In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.

PALMA, M. R.; PINEDA, C.R. y TRONCONI, N.M. Determinación de dosis óptimas de tres formulaciones de cobre en el control de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berk y Br) en el Departamento de Olancho. In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.

RIVERA, A.A. Evaluación de nuevas formulaciones cúpricas flowable, líquidos y polvos mojables en el control de la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br). In Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y otras enfermedades del cafeto. San José, Costa Rica, 17-20 de julio de 1990.

TRONCONI, N.; AGURCIA, R. D.; ESCOTO, J.A. Eficiencia de fungicidas alternados con cúpricos en el control de *Hemileia vastatrix* Berk & Br. In Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y otras enfermedades del cafeto. San José, Costa Rica, 17-20 de julio de 1990.

\_\_\_\_\_.; ESCOTO, J.A.; AGURCIA, R.D. Evaluación de dosis y frecuencias de aplicación de oxiclورو de cobre (50% CM) en el control de la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br 1989) en la zona del Lago de Yojoa. In Tercera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto. Boquete, Panamá, mayo de 1986.

\_\_\_\_\_.; ESCOTO, J.A. Eficiencia de triadimenol en el control químico de la Roya del Cafeto en Honduras. In XI Simposio de Caficultura Latinoamericana, San Salvador, El Salvador, 5-6 de diciembre de 1988.

UBEDA H., R.; SEQUEIRA, C.A. Incidencia de las enfermedades del café (*Coffea arabica* L.) en la región VI de Nicaragua. In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.

VILLANUEVA MARRUFO, A.E.; REGALADO ORTIZ, A. Epidemiología y control de la Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br en México). In Taller Regional sobre Roya y otras enfermedades. Tegucigalpa, Honduras, mayo de 1989.

VON CHONG, K.; RODRIGUEZ, E. Evaluación de tres frecuencias de aplicación de cuatro fungicidas y dos combinaciones en el control de la Roya del Café. In XIII Simposio de Caficultura Latinoamericana. CICAPE, Heredia, Costa Rica, 18-21 de septiembre de 1990.



### 3. BIOLOGIA Y CONTROL DE LA BROCA



#### 3.1 Validación del Manejo Integrado de Broca

Dentro del proceso de transferencia de tecnología se incluye un paso intermedio que es la validación. Los resultados de investigación obtenidos en parcelas pequeñas y en condiciones controladas deben ser validados en parcelas más extensas y en fincas de productores.

A raíz de lo anterior se establecieron parcelas de validación de manejo integrado de roya y broca en Guatemala, Honduras y El Salvador (Cuadro 1). El objetivo es conocer la eficiencia biológica y económica del programa de manejo, que incluye prácticas que son beneficiosas no sólo para el control de plagas sino también para el aspecto agronómico del cultivo como: poda de sombra y cafeto, limpia de malezas, fertilización de acuerdo a análisis de suelo, control químico de broca de acuerdo a muestreo.

La información que se obtiene incluye: infestación por broca en el momento de control y la cosecha, conversión uva-pergamino-oro en tres cortes principales, dinámica de población de Broca y costos e ingresos para la determinación de parámetros económicos.

En Guatemala, se utilizan dos parcelas de 0.5 mz cada una. Una parcela (testigo) recibe el manejo tradicional y la otra (validación) se maneja de acuerdo al programa propuesto.

En El Salvador, se evalúan cuatro tipos de manejo en parcelas de 0.5 mz cada una: parcela sin manejo (testigo absoluto), parcela del agricultor (testigo relativo), parcela con programa de manejo sin control químico (control cultural) y parcela con programa de manejo completo. La relativa corta distancia a las parcelas y la dedicación de los técnicos ha permitido un adecuado seguimiento.

En el IHCAFE, en Honduras se manejan dos parcelas de 0.5 mz, una a la manera tradicional del productor (testigo) y una de acuerdo a la recomendación oficial (validación). En este caso se ha establecido una relación muy cercana entre los extensionistas del programa y los investigadores (entomólogo y fitopatólogo). Las actuales autoridades del IHCAFE han reconocido la importancia de la validación y se han comprometido a consolidar y ampliar las actividades.

**Cuadro 3. Descripción de Parcelas de Validación de Manejo Integrado de Roya y Broca en Honduras, Guatemala y El Salvador**

PAIS Y DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ALTURA (m)	VARIEDAD	DENSIDAD plt/ha	EDAD	INICIO
<b>GUATEMALA</b>						
Quetzaltenango	Colomba	1012	Borbon	6443	20	1989
Retalhuleu	Nva San Carlos	533	Borbon	4430	10	1989
Suchitepequez	San Bernardino	610	Catimor	3847	6	1990
Santa Rosa	Nva Sta. Rosa	990	Borbon	3543	15	1988
Santa Rosa	Nva Sta. Rosa	985	Catuai	4444	4	1988
<b>EL SALVADOR</b>						
La Libertad	San Juan Opico	560	Borbon	1489	41	1989
Sonsonate	Sacoatitan	970	Borbon	4336	46	1989
Santa Ana	Santa Ana	825	Borbon	4920	29	1989
Santa Ana	Chalchuapa	970	Borbon	4060	41	1989
<b>HONDURAS</b>						
Cortes	Santa Cruz	630	Catuai	4000	7	1989
Yoro	Yoro	750	Pacas	6250	7	1989
Yoro	Santa Rita	750	Catuai	6250	6	1989
Santa Barbara	Macuelizo	720	Catuai	2466	7	1988
Santa Barbara	Petoa	1000	Caturra	3333	7	1989
Copan	Florida	900	Caturra	3703	5	1988
Copan	La Jigua	960	Catuai	3086	5	1989
Comayagua	Comayagua	980	Caturra	4132	7	1989
Comayagua	Sn Jeronimo	850	Pacas	4132	5	1989
La Paz	Santa Maria	1100	Caturra	4629	6	1989
La Paz	Opatoro	1100	Tipica	1600	26	1988
Olancho	Campamento	1000	Catuai	4166	4	1989
Olancho	Sn Fco.	950	Caturra	4166	8	1988
El Paraiso	Trojes	700	Catuai	4166	4	1989
El Paraiso	El Paraiso	1000	Pacas	4166	5	1988
El Paraiso	Alauca	1000	Pacas	5000	5	1989

Cada una de estas parcelas debe ser conducida por un mínimo de cuatro años. De ser posible es deseable que reciban seguimiento por un tiempo mayor. Esto permitiría disponer de información de largo plazo que sería muy útil para obtener datos sobre: variación en características físicas y químicas del suelo, fluctuación de infestaciones de roya y broca, tendencia de los parámetros económicos y análisis de estabilidad (riesgo) del programa que se valida.

Los resultados preliminares disponibles indican que a través de la pepena y repela y el muestreo, se reducen las aplicaciones químicas contra broca. El análisis económico de presupuestos parciales indica en algunos casos una ventaja a favor de la parcela de validación, sin embargo se espera que los resultados se vuelvan más favorables para la parcela de validación en los próximos años.

Esta metodología de análisis ha despertado mucho interés en los técnicos nacionales. Esta capacitación permitirá un análisis confiable de la opción que se valida y posteriormente una recomendación concreta a los productores.

### 3.2 Reducción de los Volúmenes de Aspersión

El mejoramiento en las aspersiones se orientó principalmente a la investigación de la efectividad de volúmenes reducidos de aspersión en el control de broca. Esto debido al costo del acarreo del agua y a su poca disponibilidad en algunas zonas o épocas.

A una aspersora motorizada de espalda (Solo Port 423) se le acopló un equipo dosificador de bajo volumen (Carrillo et al 1989), que consiste en una placa de metal con agujeros de diferente diámetro. Esto resultó en tres volúmenes de mezcla (195, 178, 120 l/ha). Además se usó un testigo relativo (400 l/ha) y un testigo absoluto sin aplicación. Se hizo una aspersión con 1.7 l/ha de Thiodán 35 CE. A los 0, 7, 14, 28 y 42 días, se disectaron 40 frutos perforados por tratamiento (6 réplicas) por fecha. De los 14 días en adelante el número de adultos vivos (AV) fue menor a 6 por 40 frutos perforados (FP) para todas las parcelas tratadas en comparación con 20 de 40 FP para el testigo absoluto. En este trabajo se demostró la efectividad del producto sobre las larvas ya que todos los tratamientos con endosulfán tuvieron menos de 6 larvas vivas (LV) por 40 FP comparados con cerca de 15 LV por 40 FP en el testigo absoluto. La eficacia de la aspersión sobre adultos y larvas tuvo una duración de 42 días después de la aplicación (DDA).

Se evaluó también la reducción de volúmenes usando una aspersora manual de espalda (Jacto PJH). La boquilla comercial fue sustituida por distintas combinaciones de discos y difusores (Cárdenas et al 1989) que dieron distintos volúmenes de aspersión (210, 265, 340, 577 l/ha) y se usó también un testigo sin aplicación. Se hizo una aplicación de 1.7 l/ha de Thiodán 35 CE. La metodología seguida fue igual al ensayo descrito anteriormente. A partir de los 7 días después de la aplicación el número de AV por 40 FP fue alrededor de 4 para todas las parcelas tratadas en comparación con 14 para el testigo sin aplicación. En promedio el número de LV por 40 FP fue 5 en parcelas tratadas mientras en el testigo absoluto el promedio fue de cerca de 16. Con la aspersora manual la efectividad de la aspersión se mantuvo hasta los 42 DDA para adultos y larvas.

En relación al número de aplicaciones se compararon 1, 2 y 3 aplicaciones de 2.14 l/ha de Thiodan 35 CE (Muñoz y Urbina 1989) mediante disecciones de 100 FP por parcela (4 repeticiones) 0, 28, 42 y 77 DDA. Hasta los 42 DDA no se observó diferencia entre 1, 2 y 3 aplicaciones, esto concuerda con el período de efectividad de una aplicación según Cárdenas et al (1989) y Carrillo et al (1989). A los 77 DDA el tratamiento con 1 aspersión tuvo 3 veces el porcentaje de AV que el tratamiento con 3 aspersiones.

### 3.3 Determinación de Pérdidas, Umbrales y Muestreo para Broca

El conocimiento de la bioecología de la broca es muy importante para la estrategia de manejo integrado. Dentro de la bioecología el estudio de fluctuaciones de población se ha estudiado en la mayoría de los países de mesoamérica con distintos grados de duración y detalle. Villanueva y Burgos (1989) en México observaron un aumento en el porcentaje de FP desde junio hasta alcanzar el máximo en octubre en cafetales a cuatro alturas. El porcentaje de infestación (PI) promedio y la altura en metros de las fincas fue: 16.3 (340), 10.9 (800), 9.1 (950), 5.2 (1410). Esto nos indica que a mayor altura el PI por Broca fue menor. En Nicaragua (Sequeira y Barrios 1990), se ha iniciado trabajos para observar la fluctuación poblacional en 3 alturas. La infestación fue más baja (máximo 0.55 PI) en las fincas más altas: La Colonia (1000 m) y La Aurora (1150 m) que en la finca más baja (máximo 1.55 PI), Ina Oriental (950 m). El tiempo para iniciar la oviposición fue menor en la finca más baja, que en las dos más altas. En Guatemala (Ochoa et al 1990 a) estudió la fluctuación poblacional a 500 y 950 m. La cantidad de brocas y el PI de frutos en la planta y el suelo son mayores a 500 que a 950 m, y mayor en los frutos del suelo que los de la planta. En El Salvador (González 1990 b) se evaluó la fluctuación poblacional a 580 y 1060 m. En este estudio se observó mayor infestación en los frutos de la planta que los del suelo. Se observó mayor infestación a 580 m que a 1060 m y en partes sombreadas que a plena exposición solar.

Para proponer umbrales de daño económico para la broca es necesario conocer las pérdidas causadas por un determinado porcentaje de infestación por broca. Se estudió el porcentaje de infestación y de frutos con endospermo dañado en seis floraciones de Caturra y de Catimor (Muñoz 1989). Las mayores infestaciones se dieron en los frutos de las primeras floraciones de ambas variedades, al iniciar la cosecha la infestación subió en los frutos remanentes. El daño al endospermo se inició a los 100 días después de la floración, por lo anterior se recomendó que los muestreos se deben iniciar 3 meses después de la floración. Se observó un promedio general de infestación más alto en Catimor 63% que en Caturra 37%, sin embargo el promedio de porcentaje de endospermos dañados fue similar en Caturra (67%) y Catimor (68%).

Para la zona de 600-1200 m se ha estimado (Ochoa et al 1989) la ecuación:  $Y = 0.34 X$ , donde X es el porcentaje de frutos perforados (FP) en la cosecha y Y el porcentaje de pérdida en la cosecha. Esto se estimó con muestras arregladas de 1500 frutos para lograr distintos porcentajes de infestación (0-100%). Vega (1990 a) realizó un ensayo con 30 muestras naturales (0-60% de infestación) de 25 kilos de frutos cada una. La ecuación calculada para pérdidas en la cosecha fue  $Y = 0.35 X$  que resulta muy similar a la encontrada por Ochoa et al (1989). Las pérdidas por caída ( $Y = 0.8 X$ , 600-1200 m), donde X es el porcentaje de frutos perforados en el momento de control oportuno, fueron

calculadas por Decazy (1989). El mismo autor calculó la ecuación que relaciona el porcentaje de infestación en el momento oportuno de control y la cosecha ( $Y = 1.48 e^{0.19 X}$ ).

Con la información anterior Decazy (1989) ha propuesto Umbrales de Daño Económico para broca. Estos consideran: costo de control, rendimiento del cafetal y precio de la cosecha. Con esta metodología se han calculado cuadros para distintos costos de control, rendimiento del cafetal y precio del café (Decazy y Castro 1990). Los que pueden ser usados por técnicos de extensión para recomendar a los productores sobre el control químico.

La determinación de un porcentaje de infestación por broca se debe hacer mediante un muestreo confiable y económico. El método de muestreo recomendado es tomar 20 sitios hasta para un área de 4 ha (Decazy y Castro 1990). En cada sitio muestrear 5 plantas seguidas y en cada planta 20 frutos al azar. Este método es recomendado en Honduras (Muñoz 1988), Guatemala (Carrillo 1989) y El Salvador (Vega 1990 b). Estos umbrales son recomendados por el Programa de Entomología de ANACAFE en Guatemala (Carrillo 1989). En Honduras se usan niveles de daño económico estimados con una ecuación de pérdidas de  $Y = 0.5 X$  sin considerar caída de frutos o la dinámica de población de la plaga (Muñoz 1988). El nivel de daño económico en El Salvador se fija en un 5 %. El muestreo y el uso del nivel de daño económico propuestos en El Salvador se implementan a gran escala en una cooperativa de cerca de 5000 mil ha (Vega 1990 b).

En un estudio específico para determinar el tamaño óptimo de muestreo (Serrano et al 1990) se comparó la precisión de muestreos usando desde 5 hasta 70 sitios de muestreo (el testigo fue 20 sitios). El estudio consistió en usar 10 repeticiones por cada tamaño de muestra y calcular el coeficiente de variación (CV), para determinar la precisión de los distintos tamaños de muestra. Se observó que con 20 sitios el CV es de aproximadamente 15 %, la precisión no aumentó en gran manera a partir de los 20 sitios. Por lo anterior se considera que el tamaño recomendado de 20 sitios es adecuado de una manera general. Un área de investigación de interés para el futuro es el muestreo al azar, Campos et al (1990), compararon el método de 20 sitios con muestras de 400-2000 frutos al azar, encontrándose que son similares estadísticamente. Esto implicaría la posibilidad de muestrear 800 frutos al azar en lugar de los 2000 en 20 sitios, con el consiguiente ahorro en tiempo y dinero. Sin embargo esta información necesita confirmación a través de más estudios antes de cambiar la recomendación actual.

La época óptima de control químico corresponde al período cuando las brocas han iniciado el canal de perforación en la pulpa pero no han iniciado el daño al endospermo. La broca necesita un peso seco de 20 % o más para iniciar el daño al endospermo. Se evaluó el número de días después de la floración que corresponde al estado de semiconsistencia (más o menos 20 % de peso seco). En las variedades Caturra, Catuaí, Borbón y Catimor T-5269 (Campos et al 1989), se encontró que las cuatro variedades alcanzan la semiconsistencia aproximadamente a los 132 días después de la floración (DDF). Por lo anterior la época óptima de control y el muestreo deben hacerse antes de los 132 días. La producción de huevos se observó a los 153 DDF a 1060 m en El Salvador (González 1990 a) y en Nicaragua a 1150 m a los 141 DDF (Sequeira y Barrios 1990). El inicio de perforación de frutos en El Salvador se dio a los 85 DDF a 1060 m (González 1990), a una altura menor, 720 m, se encontró broca en el canal de perforación a los 60 DDF, sin embargo, el daño al endospermo se inició hasta los 100 DDF (Muñoz 1989). Basándose en lo anterior se recomienda realizar el muestreo a los 75-105 días después de la floración representativa dependiendo de la altura sobre el nivel del mar. Si el porcentaje de infestación determinado

con el muestreo es igual o mayor al umbral de daño económico se recomienda hacer una aplicación.

### 3.4 Métodos Alternativos de Control de Broca

La alternativa más eficiente para control de broca es la recolección manual de frutos remanentes en la planta y el suelo después de la cosecha (control manual). En un estudio de 5 años (85-89) se comparó la efectividad del control manual y control químico en cinco tratamientos (Villanueva 1990). Cada tratamiento tuvo un área de 0.5 ha y en ella se muestrearon 1000 frutos en mayo, junio y julio. Los resultados indican que el control manual es igual o más efectivo que el control químico para regular la infestación de broca a largo plazo. Con el control manual se ahorra el costo económico de la aplicación y también preserva el ambiente y la calidad de la cosecha. El costo de mano de obra puede ser compensado por la venta del café recolectado. En tres fincas donde se evaluó el costo del control manual y el ingreso generado por la venta de café se observaron los siguientes beneficios netos (Ingreso-Costo): L.56.00, L.86.00 y L.4.00 (Zelaya y Vargas 1989). El beneficio puede variar según el precio del café y el costo de mano de obra en cada año específico, pero en general el ingreso puede cubrir cierta parte del costo del control manual.

El uso de Endosulfán (Thiodán 35 CE) es la práctica más generalizada para control de broca. Sin embargo, la dependencia en un producto solamente tiene inconvenientes como: monopolio del mercado, resistencia al insecticida y la no disponibilidad de productos alternos al desarrollarse la resistencia. Por lo anterior se han llevado a cabo muchas evaluaciones de insecticidas alternos para el control de broca (Cuadro 4).

CUADRO 4. Productos y combinaciones evaluadas para control de broca.

PRODUCTO	REFERENCIA
Endosulfán	Vega 1989, Centeno 1990 Carrillo et al 1990 a y b, Ochoa et al 1990 b, Muñoz et al 1990 a.
Carbicron	Vega 1989.
Pirimifos metil	Vega 1989, Centeno 1990, Carrillo et al 1990 a y b, Muñoz et al 1990 a.
Fenitrotion	Vega 1989, Ochoa et al 1990 b.
Clorpirifos etil	Centeno 1990, Ochoa et al 1990 b.
Dicrotofos	Ochoa et al 1990 b.
Dimetoato	Carrillo et al 1990 a.
Clorpirifos etil + Bivert	Carrillo et al 1990 b.
Endosulfán + pirimifos metil	Muñoz et al 1990 a.

Como resultado de los estudios se ha determinado que las variables más adecuadas para evaluar la efectividad de los insecticidas son el número de adultos y larvas vivos, determinado según disección de 40 frutos perforados por tratamiento, por repetición. Se considera un número óptimo de 6 repeticiones y por lo menos 20 plantas útiles por repetición.

De estos estudios (Ochoa et al 1990) se determinó la dosis óptima de Endosulfán como 600 g.i.a./ha (1.7 l/ha de Thiodán 35 CE). Los estudios indican que ninguno de los insecticidas evaluados son tan eficientes como Endosulfán. Un insecticida promisorio es el pirimifos metil siendo efectivo a 1400 g.i.a./ha pero únicamente hasta los 7 días después de la aplicación (Carrillo et al 1990 b). Las formulaciones de pirimifos metil son aproximadamente tres veces más caras por volumen que el Endosulfán.

Para reducir este costo y la dosis de Endosulfán se estudió la efectividad de mezclas de Endosulfán (E) y pirimifos metil (PM) (Muñoz et al 1990 a). En las siguientes combinaciones en g.i.a./ha: 1) 250 E + 300 PM, 2) 250 E + 500 PM, 3) 250 E + 700 PM, 4) 525 E, 5) 750 PM y 6) Testigo sin aplicación. Se observó un aumento en el porcentaje de mortalidad al aumentar la concentración de EPM en la mezcla desde 64.4 % de mortalidad (750 PM) hasta 82.5% (250 E + 700 PM), lo que es bueno ya que el Endosulfán (525 E) causó una mortalidad de 88.8%. Lo anterior nos indica que es posible bajar la dosis a la mitad tanto de Endosulfán como de pirimifos metil cuando se usan mezclas de los productos, logrando una adecuada eficiencia.

En relación al control de broca en café almacenado se ha evaluado la eficiencia de fosfina (Muñoz y Andino 1989). Se encontró que con 333 y 666 miligramos de fosfina por quintal de café ocurre una mortalidad de 100% de adultos y 97% de larvas a las 24 horas post-aplicación. Por lo anterior se puede recomendar el uso de la dosis menor para control de broca en almacén.

Como parte de un proyecto mesoamericano de Control Biológico de broca con parasitoides (Barrera et al 1990 a) se introdujo Cephalonomia stephanoderis a Guatemala, El Salvador y Honduras con procedencia de México. Después de liberar cerca de 100 mil adultos en total, se ha logrado establecer este parasitoide en algunas fincas (<800 m) en México (Barrera et al 1990 b). Las investigaciones actualmente tratan de establecer la eficacia del parasitoide para regular las poblaciones de broca. Luego de la introducción a Centroamérica se ha logrado una producción acumulada de parasitoides adultos de 43 mil en El Salvador (González 1990 b), 16 mil en Guatemala (Carrillo et al 1990 c) y 10 mil en Honduras (Muñoz et al 1990 b).

Otra área de interés en el control biológico es el uso del hongo Beauveria bassiana para control de broca. Se han evaluado 14 cepas de distintas zonas geográficas en relación a su patogenicidad a la broca y su tolerancia a fungicidas cúpricos (Lazo 1990). Las cepas con mejor comportamiento podrían usarse para el desarrollo de formulaciones de micopesticidas.

### 3.5 Cría de Broca en Laboratorio

La cría de broca en frutos semiconsistentes se ha realizado tradicionalmente para criar a su vez los parasitoides y para estudios de laboratorio. El uso de frutos traídos del campo tiene

inconvenientes como: pudrición de los frutos, introducción de acaros a la cría y la no disponibilidad de frutos durante algunas épocas del año. Una alternativa es el uso de dietas artificiales ya disponibles para la broca. Esto a su vez tiene el inconveniente del alto costo y la no disponibilidad de los ingredientes en países de la región. Una alternativa que se ha evaluado es el uso de café pergamino húmedo (>30%). En un estudio se comparó la cría de broca en frutos de café, café pergamino y café oro (Campos 1990).

Se encontró mayor número de huevos, larvas, pupas y adultos en café pergamino que en los otros sustratos. Debido a la contaminación de los frutos por hongos se ha usado el fungicida Benomyl.

En otro estudio (Muñoz et al 1990 c) se comparó la cría de broca en frutos con y sin Benomyl y en café pergamino (31.5% humedad). El uso de Benomyl redujo la incidencia de hongos en el fruto sólo por 15 días, a los 30 días los frutos con y sin Benomyl tuvieron la misma contaminación por hongos, en el café pergamino no se encontraron hongos ni a los 78 días después de la infestación (DDI). El número de frutos perforados fue constante hasta los 78 DDI mientras que en el café pergamino el número aumentó en todas las fechas de disección hasta los 78 DDI. El número de huevos por plato fue más alto en el pergamino a partir de los 45 DDI, a los 78 DDI se encontró 28 veces más huevos en el pergamino que en los frutos.

El número de larvas vivas fue más alto en el pergamino desde los 15 DDI (excepto 45 DDI), llegando a ser 35 veces más alto a los 78 DDI. Las pupas se encontraron en mayor número en el pergamino desde los 30 DDI (excepto 62 DDI), llegando hasta 41 veces más a los 78 DDI. Los adultos se encontraron en mayor número a partir de los 45 DDI, a los 78 DDI se encontró 35 veces más adultos en el pergamino que los frutos. Los resultados nos indican que el café pergamino (>31% humedad) es un excelente sustrato para la cría de broca, presentando las ventajas: mayor número de los distintos estados de broca, cero contaminación por hongos y disponibilidad durante todo el año.

### 3.6 Evaluación de Resistencia Varietal a la Broca.

Dentro del manejo integrado de plagas se consideran distintas tácticas de control. Una de ellas es el uso de variedades resistentes que sean menos atractivas o menos adecuadas para el desarrollo de la plaga. Para estudiar esta alternativa en relación al control de broca se apoyó a dos estudiantes que realizaron investigación de tesis en el tema.

Inicialmente se evaluó la atraktividad de 30 especies y variedades de café a la broca (Duarte et al 1989). Se estudiaron características morfológicas de los cultivares para relacionarlas a la atraktividad. Se ofreció a la broca la posibilidad de orientarse a frutos de uno de dos cultivares en un olfatómetro de "T" (50 repeticiones). Los cultivares de Coffea arábica de mayor uso comercial (Caturra, Borbón, Pacas y Catuaí) estuvieron dentro del grupo de mayor atraktividad. La especie C. kapakata fue la menos atractiva de todas, la broca escogió esta especie en sólo 3 de 50 oportunidades. Dentro del grupo de menor atraktividad se encontró a C. libérica y la variedad Mundo Novo de C. arábica. No se pudo correlacionar ninguna de las variables morfológicas con la atraktividad de los cultivares.

En un segundo estudio (Villagrán 1990) se evaluó el desarrollo de la broca en cultivares escogidos del rango de atractividad reportado por Duarte et al (1989). El número de huevos, larvas, pupas y adultos fue menor en C. libérica, C. Libérica Var. Passipagore y en C. kapakata que en cuatro variedades de C. arábica y una de C. Canephora. Dentro de C. Arábica la variedad Mundo Novo fue la menos adecuada para el desarrollo de la broca. C. Canephora Var. Robusta fue similar a las variedades de C. Arábica en relación al desarrollo de la Broca.

Los estudios demuestran que existe diferencia en los cultivares en relación a su atractividad y al desarrollo de la broca en ellas. De especial interés es la variedad Mundo Novo que fue menos adecuada para el desarrollo de la broca y que es una variedad comercial.

## LITERATURA

BARRERA J.F., E. CARRILLO, R. MUÑOZ y M. VEGA. 1990 a. Proyecto mesoamericano de control biológico de broca del café con parasitoides. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.

\_\_\_\_\_, F. INFANTE, A. CASTILLO, J. GOMEZ y W. DE LA ROSA. 1990 b. Avances del control biológico de la broca del café mediante parasitoides en México. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.

CAMPOS O., J.R. FLORES y D.A. SANTOS. 1989. Estudio de la fenología del fruto de cuatro cultivares de *Coffea arábica*. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.

\_\_\_\_\_. 1990. Evaluación de tres sustratos de café para la cría de broca en condiciones de laboratorio. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.

\_\_\_\_\_, B. DECAZY y E. CARRILLO. 1990. Método de muestreo por extracción de frutos. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.

CARDENAS J.M., E. CARRILLO, A. LOPEZ y B. DECAZY. 1989. Evaluación del equipo de aspersión manual a diferentes volúmenes en el Control de la Broca del Fruto del Cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.

CARRILLO E., H. OCHOA y B. DECAZY. 1989. Evaluación del equipo de aspersión motorizado de espalda a bajo volumen, en el Control de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.

\_\_\_\_\_. 1989. Recomendaciones para el control de la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei*. Revista Cafetalera ANACAFE 302:25-27.

- \_\_\_\_\_, H. OCHOA y B. DECAZY. 1990 a. Insecticidas alternativos al Endosulfán: su evaluación en el control de la broca del fruto del cafeto. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_, H. OCHOA y B. DECAZY. 1990 b. Evaluación de dos insecticidas en el control de la broca del fruto del cafeto. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_, O. CAMPOS, H. OCHOA y J.M. CÁRDENAS. 1990 c. Avances del Proyecto control biológico de la broca del fruto del cafeto en Guatemala. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- CENTENO F. 1990. Evaluación de productos químicos en el control de la broca del fruto del cafeto. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- DECAZY B. 1989. Muestreo y Umbrales para la Broca del Fruto del Cafeto. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- DECAZY B. y M.T. CASTRO. 1990. Manual técnico para el manejo integrado de la broca del fruto del cafeto. IICA/PROMECAFE. Guatemala, Guatemala.
- DUARTE M.T., B. DECAZY. L.VILLAIN y E. CARRILLO. 1989. Determinación de la atractividad de frutos de varios cultivares de café a la broca del fruto del cafeto H.H., utilizando el método de olfatometría a nivel de laboratorio. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- GONZALES M.O. 1990 a. Estudio de la influencia de factores bióticos y abióticos en poblaciones de la Broca del Fruto del Cafeto, *Hypothenemus hampei* en dos cafetales de El Salvador. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_. 1990 b. Cría de broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* y del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- LAZO R. 1990. Evaluación de cepas de *Beauveria bassiana* para patogenicidad a la broca y tolerancia a fungicidas cúpricos. Tesis M.S. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- MUÑOZ R. 1988. Muestreo en Fincas para Determinar la Población de Broca (*Hypothenemus hampei*) y Metodología para Calcular el Nivel de Daño Económico. Boletín de PROMECAFE 38:4-14.
- \_\_\_\_\_. 1989. Infestación de broca en frutos provenientes de las diferentes floraciones ocurridas en los cultivares Caturra y Catimor. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.

- \_\_\_\_\_ y N. URBINA. 1989. Evaluación de 1, 2 y 3 aspersiones de Endosulfán para el Control de Broca, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- \_\_\_\_\_ y A. ANDINO. 1989. Efecto de dos dosis de fosfina sobre los diferentes estados de desarrollo de broca del cafeto, *Hypothenemus hampei*. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- \_\_\_\_\_, M.T. CASTRO y M. ROMERO. 1990 a. Evaluación de mezclas de Endosulfán y pirimifos metil para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_, M. ROMERO y A. SERRANO. 1990 b. Informe semestral de actividades en Honduras del Proyecto Regional de Control Biológico de Broca por medio de Parasitoides. IHCAFE. La Fe, Honduras.
- \_\_\_\_\_, M.T. CASTRO y M. ROMERO. 1990 c. Comparación de tres sustratos de café (*Coffea Arábica*) para la cría de broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* bajo condiciones de laboratorio. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- OCHOA H., O. CAMPOS, B. VIDAL y B. DECAZY. 1989. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* en función de diferentes porcentajes de infestación. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- \_\_\_\_\_, E. CARRILLO y B. DECAZY. 1990 a. Evaluación de poblaciones de la broca del fruto del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei* en dos localidades. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_, E. CARRILLO y B. DECAZY. 1990 b. Evaluación de cuatro insecticidas en el control de la broca del fruto del cafeto. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- SEQUEIRA A. y M. BARRIOS. 1990. Dinámica poblacional de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* en tres localidades de la VI Región de Nicaragua. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- SERRANO, A., M.T. CASTRO, R. MUÑOZ y M. ROMERO. 1990. Determinación del tamaño óptimo de muestra para estimar el porcentaje de frutos perforados por broca del café, *Hypothenemus hampei*, con fines de control. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- VEGA M.I. 1989. La broca del fruto del cafeto, H.H., El Salvador. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.

- \_\_\_\_\_. 1990 a. Pérdida causada por la broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei*, en función de diferentes porcentajes de infestación. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- \_\_\_\_\_. 1990 b. Control de la broca del fruto del cafeto H.H. En El Salvador. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- VILLAGRAN W. 1990. Atractividad relativa y susceptibilidad de varias especies y cultivares de café (*Coffea* sp.) a la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) en condiciones de laboratorio. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- VILLANUEVA A. y W. BURGOS. 1989. Fluctuación poblacional de la broca del grano del café, *Hypothenemus hampei*, en un gradiente altitudinal en la región del Soconusco, Chiapas. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.
- \_\_\_\_\_. 1990. Efectividad del control manual y químico para la broca del grano de café, *Hypothenemus hampei*, en Soconusco, Chiapas. En IV Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ISIC-AID/ROCAP. San Salvador, El Salvador.
- ZELAYA R. y J.C. VARGAS. 1989. Rentabilidad del control cultural de broca del fruto del cafeto, *Hypothenemus hampei*, en parcelas de comprobación. En III Taller Regional sobre Broca del Fruto del Cafeto. IICA/PROMECAFE-ANACAFE-AID/ROCAP. Antigua Guatemala, Guatemala.



## 4. ANALISIS Y CONTROL DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS



### 4.1 Introducción

La mejor forma para evitar la presencia de plagas en un cultivo, es introducirlo en áreas nuevas sin las plagas de su área de origen. Este fue el caso para el café en América hasta la llegada de la roya y la broca (Lavabre 1989). Con la llegada de éstas se tuvo la necesidad de hacerles frente por medio de los plaguicidas y su uso indebido, puede resultar en residuos en la cosecha (Urbina y Javed 1988) y en el ambiente (Feliciani y Galvez 1989). De principal importancia es el efecto sobre la salud humana ya que algunos plaguicidas tienen el potencial de causar efectos adversos tales como cáncer, mutaciones, teratogénesis, daño al hígado o riñones, neurotoxicidad, etc. (Hearne 1985). Para evitar ésto se deben seguir las prácticas agrícolas correctas (PAC) que sean eficaces y dejen los menores residuos posibles (Anónimo 1977).

La llegada de la broca (*Hypothenemus hampei*) y la roya (*Hemileia vastatrix*) a Mesoamérica resultó en un incremento en el uso de plaguicidas en el cultivo del café. Específicamente se ha usado Endosulfán para control de broca y fungicidas cúpricos para control de la roya. Estos plaguicidas no tienen límites máximos de residuos (LMR) establecidos para café en muchos países compradores (Anónimo 1989). Además se investigó sobre el contenido de plomo ya que se ha detectado como contaminante en los fungicidas cúpricos (Javed 1988).

Durante la cosecha 1985-1986 se llevaron a cabo ensayos supervisados en Guatemala, El Salvador y Honduras. Durante el 4-16 de abril de 1988 se llevo a cabo una revisión de la metodología usada en dichos ensayos. La evaluación estuvo a cargo de la Dra. R.Londoño del ICA de Colombia.

En relación al diseño y manejo de los ensayos supervisados se consideró que el número de productos fue excesivo, ya que lo recomendable es utilizar un solo producto por experimento. Se recomendó usar cafetales representativos y donde se lleven a cabo prácticas agrícolas correctas. Se recomendó ampliar el análisis a muestras de suelo.

Para los objetivos del proyecto no era necesario tomar muestras a los 1, 7 y 21 días después de la aplicación. Se recomendó realizar las aplicaciones en el momento oportuno y la toma de muestras de café en la cosecha representativa. De acuerdo al informe, la metodología de análisis y la experiencia de los técnicos del ICAITI permite confiar en el trabajo realizado.

La investigación de 1988-1989 consistió en experimentos supervisados (siguiendo las orientaciones del CODEX ALIMENTARIUS, Anónimo 1977) y muestreos en fincas, para la determinación de residuos en café oro, pulpa y suelo.

El objetivo principal de las investigaciones fue obtener información sobre residuos en café oro, que es necesaria para proponer los límites máximos de residuos. Adicionalmente se obtuvieron datos sobre residuos en la pulpa y el suelo.

## **4.2 Ejecución de Ensayos y Análisis de Residuos**

### **4.2.1 MATERIALES Y METODOS**

#### **4.2.1.1 Experimentos Supervisados**

Estos experimentos deben conducirse de acuerdo a orientaciones internacionales (Anónimo 1977), y recomienda estudiar un solo producto a la vez y usar: la dosis oficialmente recomendada (PAC), como el Tratamiento 1, el doble de la dosis como Tratamiento 2 y un testigo sin aplicación como Tratamiento 3 y replicar los tratamientos.

Las dosis usadas (Kg/Ha/Año) en Guatemala fueron 0.6 y 1.2 para Endosulfán; y 4.3 y 8.6 para Cobre. En Honduras se usaron 1 y 2 para Endosulfán; y 7 y 14 para Cobre. Además de la dosis es necesario considerar otros aspectos dentro de las PAC tales como: el uso de formulaciones comerciales; utilización de equipos de uso común; considerar el número y frecuencia de aplicaciones recomendadas; seguir las prácticas normales de cultivo y cosecha; y el tiempo de espera entre la aplicación y la cosecha. El tiempo de espera entre la última aplicación y la cosecha fue de por lo menos 3 meses en Honduras y Guatemala para Endosulfán y Cobre. Estos experimentos se deben repetir en tiempo y espacio y deben instalarse en zonas cafetaleras representativas o importantes.

Los resultados de investigación reportados en este informe fueron obtenidos de ensayos conducidos por ANACAFE (Guatemala) e IHCAFÉ (Honduras) con la cooperación de IICA/PROMECAFÉ y AID/ROCAP. Los ensayos se condujeron en las cosechas 88/89 y 89/90

en La Conchita, (Guatemala) y Trinidad, Boquitas y los Naranjos (Honduras). Se analizaron muestras de café oro para poder proponer LMR para café. Adicionalmente se analizaron muestras de pulpa y suelo para conocer la magnitud de los residuos en el ambiente.

Los análisis de residuos presentados en este documento fueron realizados en el ICAITI en Guatemala. Para cada experimento se realizó un análisis de varianza para un diseño de bloques completamente la azar. Los promedios se separaron con la prueba de Student-Newman-Keuls al 5 % de probabilidad. Se calculó el Error Standard de la Media y el Rango de cada Tratamiento, así como el Coeficiente de Variación de cada experimento.

#### **4.2.1.2 Muestreo en Fincas**

Se obtuvieron muestras de café, pulpa y suelo de distintas fincas tecnificadas, donde se aplica Endosulfán y Cobre. Esto permite comparar los resultados de los experimentos supervisados con datos de sistemas de producción comerciales.

Con el objetivo de conocer la distribución de Cobre y Plomo en la planta, se muestrearon distintas partes de la planta en una finca tecnificada (Los Encantos) y una semitecnificada (Guineales).

### **4.2.2 RESULTADOS**

#### **4.2.2.1 Experimentos Supervisados**

##### **4.2.2.1.1 Residuos en Cafe Oro**

**ENDOSULFAN.** En los cuatro experimentos presentados (Cuadro 5) se observa la tendencia de encontrar mayor concentración de Endosulfán en el tratamiento 1 y 2 que en el 3. La diferencia fue significativa en La Conchita 1988 y 1989 y en los Naranjos 1989. En Trinidad 1989 no se observó diferencia significativa, sin embargo la tendencia fue similar. También es interesante observar la detección de Endosulfán en el testigo sin aplicación, lo que confirma observaciones de estudios de control químico de broca donde se ha observado mortalidad en el testigo sin aplicación luego del tratamiento químico. Los valores más altos se encontraron en Los Naranjos 1989, en este experimento se observó el valor más alto para una muestra individual (0.044 ppm de Endosulfán).

**Cuadro 5. Residuos de Endosulfán en Café Oro (ppm) Guatemala y Honduras, 88/89 y 89/90.**

EXPERIMENTO RANGO	TRT	PROMEDIO	ESM	
La Conchita 88/89 CV = 36.05%	1	0.016 a	0.003	0.010-0.022
	2	0.028 a	0.003	0.012-0.023
	3	0.006 b	0.001	0.004-0.007
La Conchita 89-90 CV = 28.51%	1	0.035 a	0.003	0.032-0.042
	2	0.015 a	0.003	0.011-0.022
	3	0.001 b	0.001	0.000-0.002
Trinidad 89-90 CV = 78.90%	1	0.009 a	0.002	0.005-0.013
	2	0.012 a	0.004	0.005-0.023
	3	0.007 a	0.004	0.000-0.014
Los Naranjos 89-90 CV = 36.83%	1	0.019 ab	0.001	0.016-0.021
	2	0.031 a	0.005	0.023-0.044
	3	0.010 b	0.008	0.000-0.034

En un sumario de datos toxicológicos (Vettorazzi 1975) se incluye la ingesta diaria aceptable para Endosulfán que es igual a 0.0075 mg/kg. Basándose en un ejemplo de Kovacs (1985) se cálculo la importancia de los residuos máximos de Endosulfán encontrados en los estudios de la región:

1. Se consumen 4 tazas de café hervido al día
2. Se necesitan 50 g de café tostado para 4 tazas café hervido
3. 100 % del residuo en café oro sobrevive al tostado
4. 100 % del residuo en café tostado pasa al café solubilizado
5. El valor máximo de Endosulfán fue de 0.04 mg/kg para café oro.

El acceso diario con 4 tazas de café sería de:  
 $0.05 \text{ kg} \times 0.04 \text{ mg/kg} = 0.002 \text{ mg de Endosulfán}$

La ingesta diaria aceptable multiplicada por un peso corporal promedio es:  $0.0075 \text{ mg/kg} \times 60 \text{ kg} = 0.45 \text{ mg de Endosulfán}$

La contribución porcentual de los residuos hallados al acceso diario aceptable de Endosulfán sería:  $(0.002 \text{ mg} / 0.45 \text{ mg}) 100 = 0.4 \%$

Lo anterior indica que los niveles encontrados son muy bajos en relación al acceso diario aceptable para Endosulfán. Estos cálculos tienden a sobreestimar la contribución de los residuos a la dieta diaria, ya que: el Endosulfán no es termo-estable y en la realidad el proceso de tostado eliminaría una parte del mismo, el paso del residuo al café solubilizado no es completo. El análisis de 6 muestras de café tostado y molido de parcelas asperjadas indicó sólo la presencia de trazas ( $<0.001 \text{ ppm}$ )

**COBRE.** En Guatemala las muestras de 1989 fueron despulpadas con pulpero y a mano. Al hacer comparaciones ortogonales entre las muestras despulpadas con pulpero y a mano no se encontró diferencia significativa, ésto sugiere que las camisas de Cobre del pulpero no contribuyen al aumento en la concentración de este elemento. Se observó diferencia significativa (Cuadro 6) sólo para Trinidad 1989 y La Conchita 1988. La contribución de las aspersiones al contenido de Cobre en el grano fue muy pequeña (2-3 ppm). Esto se puede deber a que el Cobre es un micronutriente esencial para la planta (Bornemizsa 1988) y que en condiciones naturales se encuentra distribuido en toda la planta. La muestra individual más alta fue para La Conchita 1988 (20.7 ppm). La detección de Cobre en parcelas sin aplicación se reportó en ensayos realizados en Brasil, llegando hasta 25.7 ppm (Carvalho y Carvalho 1974). En una revisión del contenido de minerales en granos de café, Clarke (1985) encontró que los niveles de Cobre pueden variar de 1-33 ppm. En base a lo anterior podemos suponer que los residuos de Cobre y plomo en los testigos sin aplicación son constituyentes normales del grano.

Cuadro 6. Contenido de Cobre en café oro (ppm). Guatemala y Honduras, 88/89 89/90

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
La Conchita 88/89 CV = 4.32%	1	14.17 ab	0.22	13.8-14.6
	2	15.02 a	0.27	14.2-15.7
	3	13.39 b	0.42	14.6-14.4
La Conchita 89/90 con pulpero CV = 15.13%	1	17.60 a	1.03	15.0-19.9
	2	17.10 a	1.26	14.9-20.7
	3	15.00 a	1.22	11.6-17.4
La Conchita 89/90 a mano CV 9.67%	1	16.20 a	0.89	13.7-17.9
	2	16.80 a	0.47	15.5-17.7
	3	14.20 a	0.66	12.5-15.7
Trinidad 88/89 CV = 13.88%	1	16.90 a	1.08	13.8-18.6
	2	17.50 a	0.34	16.7-18.1
	3	14.70 a	1.77	11.6-19.8
Trinidad 89/90 CV = 5.77%	1	16.50 a	0.57	15.0-17.8
	2	16.80 a	0.33	15.8-17.2
	3	14.20 b	0.78	12.4-15.9
Boquitas 88/89 CV = 8.77%	1	14.10 a	0.68	12.8-15.8
	2	15.50 a	0.60	13.8-16.4
	3	13.90 a	0.51	12.6-14.9
Boquitas 89/90 CV = 8.34%	1	16.60 a	0.53	15.5-18.0
	2	16.30 a	0.31	15.5-16.8
	3	16.10 a	0.78	13.5-17.6

**PLOMO.** En relación al contenido de Plomo en el grano (Cuadro 3) no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. Tampoco se observó una tendencia a encontrar valores más altos en las parcelas tratadas que en el testigo. Los promedios para Honduras variaron de 0.89-1.43 ppm de Plomo y en Guatemala de 2.37-4.61 ppm. El valor individual máximo encontrado fue de 6.09 ppm de Plomo en Guatemala 1989. Lo anterior nos indica que el origen del Plomo no tiene relación a la aspersión de cúpricos y que los niveles encontrados son normales en la planta.

**Cuadro 7. Contenido de Plomo en café oro (ppm). Guatemala y Honduras, 88/89 y 89/90**

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
La Conchita 89/90 con pulpero CV = 30.32%	1	4.61 a	0.52	3.80-6.09
	2	3.21 a	0.69	2.21-5.24
	3	2.37 a	0.26	1.95-3.08
La Conchita 89/90 a mano CV = 17.99%	1	2.94 a	0.32	2.28-3.80
	2	2.65 a	0.11	2.50-2.95
	3	3.49 a	0.38	2.85-4.50
Trinidad 88/89 CV = 4.10%	1	1.36 a	0.02	1.34-1.42
	2	0.42 a	0.04	1.34-1.51
	3	0.38 a	0.06	1.25-1.50
Boquitas 88/89 CV = 10.66%	1	0.92 a	0.10	0.76-1.15
	2	0.91 a	0.04	0.85-0.98
	3	0.89 b	0.02	0.85-0.92
Boquitas 89/90 CV = 4.34%	1	1.39 a	0.04	1.30-1.50
	2	1.43 a	0.03	1.40-1.50
	3	1.42 a	0.04	1.34-1.50

#### 4.2.2.1.2 Residuos en la Pulpa

**ENDOSULFAN.** El contenido de Endosulfán (Cuadro 4) en la pulpa fue más alto para el tratamiento 2 que el 1 en Trinidad 1989. En los Naranjos 1989 se observó diferencia significativa entre el tratamiento 2 y los tratamientos 1 y 3. En Los Naranjos 1989 se observó también la presencia de Endosulfán en la pulpa del testigo sin aplicación, esto concuerda con lo observado en el grano. Los residuos en la pulpa son de interés si consideramos que la pulpa en algunos casos pasa a contaminar las fuentes de agua, siendo el problema más serio en zonas con escasa precipitación donde la cosecha coincide con el verano (Rodas 1987).

Se sabe que el Endosulfán es altamente tóxico a los peces y se han dado casos de muerte de peces por contaminación de los ríos (McEwen y Stephenson 1979). También es importante considerar los residuos en la pulpa debido a su uso potencial en raciones para ganado que puede llegar hasta 5% de la ración para cerdos, 8% para vacas y 5% para aves (Campabadal

1987). Sin embargo en el caso específico del Endosulfán es metabolizado fácilmente por los animales a diol Endosulfán y otros metabolitos hidrofílicos fácilmente excretados (McEwen y Stephenson 1979).

**COBRE.** El Cobre en la pulpa tuvo mayores concentraciones que en el grano (Cuadro 5). Se observaron niveles más altos en La Conchita en 1988 que en Trinidad 1988 y 1989. El testigo fue significativamente diferente de las parcelas con aplicación en Trinidad 1989. Esto sugiere que los residuos en la pulpa si provienen directamente de la aplicación, los altos valores observados hacen de importancia la consideración del desecho de la pulpa en las fuentes de agua (Rodas 1987) o su uso en la alimentación animal (Campabadal 1987).

**PLOMO.** El Plomo en la pulpa (Cuadro 6) no mostró diferencias significativas para los tratamientos con o sin cúpricos. No se observó ninguna relación entre las aplicaciones y el contenido de Plomo. Esto concuerda con lo observado en el grano y posiblemente el Plomo encontrado en la pulpa sea un constituyente natural de la planta.

**Cuadro 8 Residuos de Endosulfán en pulpa (PPM). HONDURAS, 89/90**

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
TRINIDAD 89/90 CV = 21.45%	1	0.677 a	0.11	0.516-1.01
	2	1.228 b	0.19	0.869-1.58
LOS NARANJOS 89/90 CV = 37.55%	1	0.355 b	0.08	0.185-0.563
	2	0.861 a	0.16	0.528-1.234
	3	0.236 b	0.12	0.089-0.593

**Cuadro 9. Contenido de Cobre en pulpa (PPM) Guatemala y Honduras, 88/89 y 89/90**

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
LA CONCHITA 88/89 CV = 27.77 %	1	222 a	19.98	166-260
	2	324 a	54.46	168-420
	3	194 a	21.73	140-244
TRINIDAD 88/89 CV = 24.75%	1	43.1 a	7.3	25.9-57.0
	2	54.2 a	5.8	36.2-68.0
	3	16.3 b	1.2	13.9-19.4
TRINIDAD 89/90	1	47.2 a	4.8	37.25- 56.6
	2	65.8 a	16.11	46.3 -114.0
	3	21.9 b	9.37	10.7 - 49.90

Cuadro 10 Contenido de Plomo en pulpa (PPM) Honduras, 89/90

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
TRINIDAD 89/90	1	3.06 a	0.13	2.84-3.36
CV = 9.98 %	2	2.91 a	0.21	2.32-3.36
	3	3.27 a	0.11	3.02-3.50

#### 4.2.2.1.3 Residuos en el Suelo

**ENDOSULFAN.** El contenido de Endosulfán en el suelo estuvo relacionado con las aplicaciones del plaguicida (Cuadro 7). Se observó diferencia significativa entre el tratamiento 2 y los tratamientos 1 y 3 en La Conchita 1989. También en el suelo se detectó la presencia de Endosulfán en el testigo en cantidades pequeñas.

El Endosulfán está compuesto de los isómeros Alfa y Beta, en el suelo el Alfa Endosulfán se descompone rápido, el Beta Endosulfán y el sulfato de Endosulfán son más persistentes. Se han encontrado niveles entre 0.5-1.0 ppm de Beta Endosulfán y 1.5-2.0 ppm de sulfato de Endosulfán hasta los 828 días después de aplicar 6.7 kg/ha de Endosulfán a la superficie del suelo (Stewart and Cairns 1974). No se conoce si la planta de café puede absorber el Endosulfán del suelo. En frijol luego de una aplicación de Endosulfán al suelo, se detectó la presencia de ambos isómeros, el alcohol y el éter en porciones superiores de la planta (Terranova y Ware 1963), concluyéndose que el Endosulfán puede ser absorbido por la raíz y trasladado de la raíz a la parte aérea.

**COBRE.** En Guatemala se observaron cantidades muy altas para el Cobre en el suelo (Cuadro 8). La tendencia fue de encontrar mayor concentración a mayor cantidad de cúpricos aplicados sin embargo esta diferencia no fue significativa. El testigo también tuvo niveles muy altos de Cobre. Esta información concuerda con los altos valores encontrados en la pulpa del mismo ensayo. Sin embargo, el Cobre detectado en los análisis no es totalmente asimilable por la planta.

El comportamiento del Cobre en el suelo es bien conocido. Este se acumula en los primeros 10 cm del suelo debido a su poca movilidad (la menor entre los micronutrientes) (Bornemisza 1988). La fitotoxicidad se puede presentar con aplicaciones repetidas de plaguicidas a base de Cobre, como el Oxicloruro de Cobre (Tisdale et al 1985). Este es un problema de difícil corrección, por lo que se debe tener prudencia al aplicar medidas fitosanitarias para el control de enfermedades (Bornemisza 1988). El contenido de Cobre en suelos agrícolas es de 1-40 ppm en E.U. (Tisdale et al 1985) y de 0.3-71 ppm en Latinoamérica (Fassbender y Bornemisza 1987). Al evaluar el efecto de distintas concentraciones de Cobre en el suelo con distintos niveles de pH (Aduayi 1977) se encontró que con pH menor a 5 y una concentración de Cobre de 5 ppm o mas, se observaron daños severos al café y bajo contenido de Hierro en las hojas. Cuando el pH fue de 5.5 o mas se necesitaron concentraciones de Cobre de más de 50 ppm para que las plantas presentaran daños severos.

**PLOMO.** El contenido de Plomo en suelo (Cuadro 9) de La Conchita en 1989 varió de 10-11.28 ppm. Tampoco en este caso se puede observar una diferencia significativa entre tratamientos o una tendencia a mayor concentración de Plomo con mayor cantidad de fungicida cúprico

aplicado. Esto nos permite concluir que la concentración de Plomo en el grano, la pulpa y el suelo es independiente de la aplicación de cúpricos.

**Cuadro 11 Residuos de Endosulfán en suelo (PPM) Guatemala y Honduras, 88/89 y 89/90**

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
LA CONCHITA 88/89 CV = 48.14%	1	0.188 a	0.028	0.13-0.24
	2	0.208 a	0.070	0.08-0.38
	3	0.153 a	0.016	0.12-0.18
LA CONCHITA 89/90 CV = 82.84%	1	0.016 b		
	2	0.059 a	0.017	0.012-0.085
	3	0.006 b	0.001	0.004-0.009
TRINIDAD 89/90 CV = 94.37%	1	0.033 a	0.010	0.009-0.057
	2	0.125 a	0.043	0.050-0.250
	3	0.014 a	0.006	0.005-0.030
LOS NARANJOS 89/90 CV = 71.94%	1	0.024 a	0.013	0.003-0.060
	2	0.014 a	0.002	0.012-0.018
	3	0.016 a	0.013	0.000-0.054
	1**	0.009 a	0.007	0.000-0.027
	2**	0.017 a	0.006	0.006-0.033
	3**	0.006 a	0.000	0.000-0.014

\*\* Muestras a 40 cm de profundidad.

**Cuadro 12 Contenido de Cobre en suelo (PPM) Guatemala y Honduras, 88/89 y 89/90**

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
LA CONCHITA 89/90 CV = 16.58%	1	398.5 a	30.04	311-442
	2	415.8 a	42.00	342-530
	3	380.3 a	18.10	344-422

El Plomo, de manera similar al Cobre, tiene poca movilidad en el suelo (Fassbender y Bornemisza 1987). El Plomo es un constituyente natural del suelo y probablemente es absorbido por las raíces y traslocado a través de la planta (Nash 1974).

#### 4.2.2.2 Muestreo en Fincas

**CAFE ORO.** Los residuos de Endosulfán en café oro (Cuadro 14) variaron de 0.001-0.014, valores que concuerdan con lo observado en los experimentos supervisados en Guatemala y Honduras. El contenido de Cobre (Cuadro 14), también fue similar a los experimentos supervisados, encontrándose valores entre 13.36-15.60. El Plomo se encontró en cantidades similares a experimentos supervisados de Guatemala, pero más altas que en Honduras.

**PULPA.** En la pulpa el rango de Endosulfán (Cuadro 15) fue bajo 0.010-0.051, valores más bajos que en los experimentos supervisados de Guatemala y Honduras. La excepción se dio en Mundo Novo donde se encontró 3.405 ppm. Los valores de Cobre: 25.9-60.6 ppm (Cuadro 15) fueron más bajos que en los experimentos supervisados de Guatemala pero similares a los de Honduras. El contenido de Plomo (Cuadro 15) varió poco, de 4.02-4.50 ppm, con excepción del Chitalon donde se encontró 6.04 ppm.

**SUELO.** Los residuos de Endosulfán (Cuadro 16) en el suelo 0.024-0.146 fueron similares a los resultados de experimentos supervisados en Guatemala y Honduras. El contenido de Cobre (Cuadro 16) en el suelo fue muy variable: 50-284 ppm, los valores máximos son similares a los de experimentos supervisados en Guatemala. El Plomo (Cuadro 16) varió de 6.3-12.35 ppm, valores similares a los de experimentos supervisados en Guatemala.

Cuadro 13. Contenido de Plomo en el suelo (PPM) Guatemala 89/90

EXPERIMENTO	TRT	PROMEDIO	ESM	RANGO
LA CONCHITA 89/90	1	10.78 a	0.28	10.01-11.20
CV = 4.62%	2	10.75 a	0.26	10.00-11.10
	3	10.91 a	0.14	10.50-11.28

Cuadro 14 Endosulfán, Cobre y Plomo en café oro (PPM) Guatemala 89/90

FINCA	ENDOSULFAN	COBRE	Plomo
MUNDO NOVO	0.009	13.36	1.05
LA PISTA	0.014	14.01	2.80
MERCEDITAS	0.010	13.60	2.00
EL TRIUNFO	0.001	13.75	3.07
CHITALON	0.008	14.86	2.80
EL AMPARO	0.010	15.60	3.30

Cuadro 15

## Endosulfan, Cobre y Plomo en pulpa (PPM) Guatemala 89/90

FINCA	ENDOSULFAN	COBRE	Plomo
MUNDO NOVO	3.405	60.60	4.5
LA PISTA	0.046	28.85	4.2
MERCEDITAS	0.010	13.60	4.0
EL TRIUNFO	0.024	25.90	4.3
CHITALON	0.028	36.80	6.0
EL AMPARO	0.010	47.60	4.2

Cuadro 16.

## Endosulfán, Cobre y Plomo en suelo (PPM) Guatemala 89/90

FINCA	ENDOSULFAN	COBRE	Plomo
MUNDO NOVO	0.063	47.71	12.35
MERCEDITAS	0.146	73.76	6.30
EL TRIUNFO	0.058	50.00	6.90
CHITALON	0.084	276.00	11.90
EL AMPARO	0.056	169.00	10.16
LA CONCHITA	0.024	284.00	12.27

#### 4.2.3 DISTRIBUCION DEL COBRE Y PLOMO EN LA PLANTA

Los datos presentados en el cuadro 17, corresponden a muestras de las siguientes partes de la planta de café: raíz pivotante (1), raíz primaria (2), raíz absorbente (3); tallo del estrato bajo (4), medio (5) y alto (6); bandola del estrato bajo (7), medio (8) y alto (9); hoja del estrato bajo (10), medio (11), alto (12); fruto maduro del estrato bajo (13), medio (14), alto (15); fruto verde del estrato bajo (16), medio (17) y alto (18).

**COBRE.** En Guineales el contenido de Cobre fue relativamente uniforme, observándose las mayores concentraciones en las raíces absorbentes y en las bandolas y hojas del tercio inferior de la planta. En Los Encantos también se observó alta concentración en las raíces absorbentes y adicionalmente se observó alta concentración en las hojas y bandolas de los tres estratos de la planta. Lo anterior nos sugiere que la contribución de las aspersiones de cúpricos a la concentración de Cobre es mayor en las hojas y bandolas, posiblemente debido a que las hojas y bandolas presentan mayor superficie de intercepción. Esto se puede corroborar al comparar la tendencia general de los contenidos de las muestras de Guineales y Los Encantos. Todas las muestras de Los Encantos (finca tecnificada) tuvieron mayor concentración que las muestras de Guineales (finca semi-tecnificada), excepto el tallo del estrato inferior. Las concentraciones

en frutos maduros y verdes de los tres estratos de la planta fue aproximadamente el doble en Los Encantos que en Guineales.

**PLOMO.** El contenido de Plomo en la planta generalmente fue mas variable que el Cobre. Se observó una tendencia a mayores concentraciones en los frutos maduros y verdes en los tres estratos de la planta. Al comparar las muestras entre localidades no se observó una diferencia consistente. Esto concuerda con los resultados de los ensayos supervisados donde las aspersiones no contribuyeron al aumento del contenido de Plomo.

**Cuadro 17      Distribución de Cobre y Plomo en la planta (PPM)**

		GUINEALES		LOS ENCANTOS	
		Plomo	COBRE	Plomo	COBRE
Rafz pivotante	1	0.65	7.70	0.74	9.34
Rafz primaria	2	1.58	9.70	0.84	9.40
Rafz absorbente	3	1.49	34.00	2.35	64.40
Tallo bajo	4	2.05	12.80	0.90	7.80
Tallo medio	5	2.10	11.60	0.89	12.60
Tallo alto	6	3.80	12.62	1.60	16.07
Bandola baja	7	1.35	24.40	1.82	40.25
Bandola media	8	1.25	12.70	1.70	42.30
Bandola alta	9	1.25	17.12	1.36	38.90
Hoja baja	10	2.05	45.00	2.80	50.58
Hoja media	11	2.28	15.20	2.80	69.80
Hoja alta	12	2.30	13.80	2.78	50.85
Fruto maduro bajo	13	2.95	13.75	4.32	24.00
Fruto maduro medio	14	3.00	13.45	3.50	22.86
Fruto maduro alto	15	3.35	11.00	2.88	21.58
Fruto verde bajo	16	3.45	14.75	4.03	21.85
Fruto verde medio	17	2.53	13.80	4.30	25.15
Fruto verde alto	18	3.25	16.05	2.57	21.16

### 4.3 Conclusiones

Con la ejecución de 10 experimentos supervisados en Honduras y Guatemala se dispone de información sobre residuos en la cosecha para la propuesta de límites máximos de residuos para Endosulfán y Cobre.

Los niveles de Endosulfán y Cobre fueron más altos en la pulpa que en el grano. Esto resalta la importancia del destino final de la pulpa.

Se detectó la presencia de residuos de Endosulfán y Cobre en el suelo. Esto puede ser importante en relación a la acumulación a largo plazo.

Se encontraron diferencias significativas entre parcelas tratadas y no tratadas para el contenido de Endosulfán y Cobre en el grano, pulpa y suelo.

El contenido de Plomo en grano, pulpa o suelo no se pudo asociar estadísticamente a las aplicaciones de cúpricos, lo que sugiere que los niveles encontrados son normales en la planta.

#### 4.4 Recomendaciones

Continuar con estudios a largo plazo en los experimentos supervisados y realizar muestreos de rutina en parcelas donde se tiene registro detallado de las aplicaciones y otras prácticas de cultivo (Parcelas demostrativas o de validación).

Promover el desarrollo e implementación de programas de manejo integrado de plagas que incluyan alternativas al control químico.

#### LITERATURA

ANONIMO 1989. Pesticide Chemicals News Guide. E.U.A.

\_\_\_\_\_. 1977. Orientaciones para la experimentación de residuos de plaguicidas con vistas a obtener información para el registro de plaguicidas y el establecimiento de límites máximos de residuos. FAO, Roma.

ADUAYI, E.A. 1977. Relationship between varying levels of copper and soil pH on the growth and mineral composition of arabica coffee plants. Turrialba 27:7-16.

BORNEMISZA, E. 1988. Principios de edafología aplicados a la caficultura moderna. En curso de fundamentos de caficultura moderna. IICA/PROMECAFE/IHCAFE. El Zamorano, Honduras.

CAMPABADAL, C. 1987. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de animales. En Utilización integral de los subproductos del café. PNUMA/ANACAFE/ICAITI. Guatemala, Guatemala.

CLARKE, R.J. 1985. Water and mineral contents. In Coffee, Volumen 1, Chemistry. R.J. Clarke y R. McRae Eds. Elsevier Applied Science Pub. New York.

CARVHALO J. y V. CARVHALO. 1974. Efeito de diferentes dossagens de fungicida cúprico usadas para controle de ferrugem no teor de Cobre em graos de cafe. En 2 do Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Caffeeiras. Pocos de Caldas, Brasil.

FASSBENDER, H.W. y E. BORNEMISZA. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica.

- FELICIANI, F.P. y G.C. GALVEZ. 1989. El modelo de Mackay y sus aplicaciones a los productos más empleados en la agricultura salvadoreña. San Salvador, El Salvador.
- HEARNE S.A. 1985. Contaminación de pesticidas en alimentos importados. En Curso Regional sobre el Control de Residuos de Pesticidas en Café. IICA/PROMECAFE/ISIC, San Salvador, El Salvador.
- JAVED, Z.U. 1988. Biología, epidemiología y combate de la roya del cafeto. En PROMECAFE diez años de labores. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica.
- KOVACS, M.F. 1985. Pesticidas en granos de café importados. En Curso Regional sobre el Control de Residuos de Pesticidas en Cafe. IICA/PROMECAFE/ISIC, San Salvador, El Salvador.
- LAVABRE, E.M. 1989. Control biológico de la broca. En III Taller Regional sobre broca del fruto del cafeto. IICA/PROMECAFE/ANACAFE. Antigua Guatemala, Guatemala.
- McEWEN, F.L. y G.R STEPHENSON. 1979. Insecticides and their uses. In The use and significance of pesticides in the environment. John Wiley and Sons. New York.
- NASH R.G. 1974. Plant uptake of insecticides, fungicides and fumigants from soils. I Pesticides in soil and water, W.D. Guenzi Ed. Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin.
- RODAS, C.A. 1987. Estudio de caso: soluciones provisionales para la disposición de aguas de lavado de café en Guatemala. En Utilización integral de los subproductos del café. PNUMA/ANACAFE/ICAITI. Guatemala, Guatemala.
- STEWART, D.K.R. y K.G. CAIRNS. 1974. Endosulfan persistence and uptake by potato tubers. J. Agr. Food Chem 22:984-986.
- TERRANOVA A.C. y G.W. WARE. 1963. Studies of endosulfan in bean plants by paper and gas chromatography. J. Econ. Entomol. 56:596-599.
- TISDALE, S.L., W.L. NELSON y J.D. BEATON. 1985. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Pub. Co. New York.
- URBINA, N. y Z.U. JAVED. 1988. Control de residuos de plaguicidas usados en café. En PROMECAFE diez años de labores. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica.
- VETTORAZZI. 1975. Toxicological decisions and recomendations resulting from the safety assesment of pesticides residues in food. Critical Reviews in Toxicology 4:125-183.

## 5. DESARROLLO Y REPRODUCCION DE VARIEDADES CON RESISTENCIA A LA ROYA DEL CAFETO



### 5.1 Introducción

El Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en América Central, Panamá, México y República Dominicana (PROMECAFE), inició sus actividades en 1978, considerando el interés de los países del Area de aunar esfuerzos, para lograr el mejoramiento integral de la caficultura a nivel regional.

Una de las acciones iniciales de PROMECAFE, se relacionó con el análisis del germoplasma existente en la colección del CATIE, en Costa Rica, con el propósito de identificar genotipos con resistencia y/o tolerancia a la Roya Anaranjada (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.), para su posterior distribución y evaluación en los países de la región, en vista del apareamiento de esta enfermedad en Nicaragua en 1976. Por otra parte, se establecieron contactos con Centros de Investigaciones de Café como el CIFIC en Oeiras, Portugal, la Universidad Federal de Viçosa y

el IAC de Campinas en Brasil y otros, con el propósito de gestionar la introducción de nuevas fuentes de germoplasma.

Esta actividad inicial se convirtió en el Programa de selección y reproducción de variedades resistentes a la Roya, como un componente del Proyecto Regional de Control de Plagas del Cafeto, que fue financiado por la Oficina Regional para América Central y Panamá (ROCAP) de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de los Estados Unidos de América, que se inició en 1982.

El objetivo general de esta actividad se definió en términos de identificar nuevas variedades de café que combinen las características de resistencia a la roya, alta producción y buena calidad de grano para posteriormente multiplicar a muy corto plazo, los materiales más sobresalientes.

Los objetivos específicos se relacionaron con la selección de 2-3 variedades adaptadas a las condiciones locales y con resistencia a la razas de Roya prevalecientes en la región, así como establecer en cada país los sistemas y procedimientos necesarios para la evaluación de los materiales genéticos y el desarrollo de programas de propagación de tipo sexual y asexual de los materiales seleccionados.

Como base de operaciones del programa, se estableció en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, la Unidad Central de Mejoramiento, considerando que en este Centro, existía una de las colecciones de café más completa del mundo y la infraestructura para la realización de actividades de campo y laboratorio. Esta Unidad, tenía como propósito evaluar el germoplasma de la colección de café, así como efectuar la introducción y evaluación inicial de nuevas accesiones y su distribución posterior a los programas nacionales, para su evaluación y selección, bajo las condiciones ecológicas de cada país.

La Unidad Central de Mejoramiento, inició sus actividades con el material existente en el Banco de Germoplasma de Café del CATIE de introducciones provenientes de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil, del Centro de Investigaciones en las Royas del Cafeto (CIFC) de Portugal, CENICAFE de Colombia, IAC de Brasil e INMECAFE de México.

En la Unidad Central se implementaron diferentes actividades dependiendo de los materiales genéticos y del diseño experimental utilizado: con las siglas ED se identificaron los ensayos de evaluación de progenies con diseño experimental; COS equivale a campos de observación y selección y CMS a campo de multiplicación de semillas. En el cuadro 18, se presenta una relación de los experimentos establecidos en la UCM hasta Diciembre de 1990.

Los principales parámetros considerados en la evaluación del germoplasma fueron:

**Características fenotípicas:** tamaño de la planta, color del fruto, arquitectura de la planta, color de los brotes, tamaño y forma de las hojas.

**Defectos del fruto:** porcentaje de frutos vanos.

**Características Agronómicas:** producción por planta, época de maduración, vigor de la planta, respuesta a la poda, incidencia de enfermedades.

**Resistencia a la roya: grado de susceptibilidad a las razas de roya locales.**

**Calidad de la bebida: prueba de taza por un catador especializado.**

La información obtenida en esta actividad fue grabada en diskettes, por medio de un programa especial diseñado para ordenar, procesar y analizar datos experimentales del área de mejoramiento genético del café, la cual fue entregada al CATIE, para su utilización y conservación.

## **5.2 Introducción de Germoplasma**

El Banco de Germoplasma de café del CATIE, se inició en la década del 50, en vista de la necesidad de tener una colección de variedades de café, para servicio de los países latinoamericanos y también por la preocupación que se planteó desde esa época, por el posible apareamiento de la Roya en el Continente Americano.

Hasta en la década del 70, se introdujeron los primeros materiales segregantes derivados del cruzamiento entre el Caturra y el Híbrido de Timor, producido por el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto (CIFC) en Portugal.

En 1978 con el inicio de PROMECAFE, se hizo un mayor énfasis en la introducción de germoplasma con resistencia a la Roya, considerando en primer lugar que no había capacidad en los países miembros, para llevar a cabo un programa de mejoramiento genético de café que incluyera la formación de nuevos híbridos y el estudio de las generaciones segregantes, y que en segundo lugar, la necesidad apremiante que existía en los países de identificar materiales promisorios con resistencia a la Roya.

Por otra parte, al inicio del Proyecto financiado por USAID/ROCAP en 1982, se tomó como estrategia del Programa de Selección y Reproducción de Variedades, trabajar con materiales avanzados (F4 en adelante), para que el germoplasma que se distribuyera a los países, tuviera características fenotípicas uniformes y permitiera la selección de los mejores genotipos en el corto plazo, considerando el tiempo de duración del proyecto que era limitado.

Las introducciones realizadas por PROMECAFE en los últimos 12 años, suman 669 accesiones de diferente origen geográfico, así como presentan diversidad genética. Una gran mayoría de las accesiones provienen del Programa de la Universidad Federal de Viçosa (Catimores, Cavimores, Sarchimores, etc.), del Instituto Agrónomo de Campinas (Sarchimores, Icatius, etc.) de Brasil, del Centro de Investigación de las Royas del Café (CIFC) de Portugal, del Instituto Francés de Café y Cacao (IRCC) y de CENICAFE de Colombia. (Cuadro 18)

En la actualidad, el Banco de Germoplasma cuenta con más de 1600 accesiones de diferente origen, que constituyen una reserva genética, muy valiosa para el mejoramiento genético del Café.

Cuadro 18. Materiales genéticos evaluados en el CATIE, Turrialba, por PROMECAFE

Procedencia	Nomenclatura de origen	Número de Introducción a Turrialba	Ubicación en ensayos CATIE y fincas cercanas	Año de Ingreso al CATIE
<b>CATIMORES</b>				
	<b>Portugal</b>			
	(CIFC)			
	Hw 26/13	T-5175, T-5159 T-5171, T-5269	ED-1, COS-13, COS-23	1971
	Hw 26/5	T-13228, T-13223	COS-7	1981
	Poblaciones CIFC	T-16628 a T-16631	ED-17, ED-18, ED-20	1985
	<b>Brasil</b>			
	(U.F.V.)			
	40,45,52,59	UFV 386/30, T-8654 a T-8667	COS-1, COS-10	1978
	UFV 386/19,45	T-15175 a T-15183 T-17171, T-17776 y T-17777	ED-5	1983
	UFV 386/9	T-16659 a T-16666 T-16687 a T-16688	ED-17, ED-24, ED-25, COS-25	
	UFV 390/75.35	T-8668 a T-8671	COS-1	1978
	UFV 395/7	T-8672 a T-8673	COS-1	1978
	UFV 395/7	T-12868, T-12869 T-15174	COS-3, ED-8	1981
	UFV 395/141	T-15189 a T-15194 T-15207 a T-15217 T-16667 a T-16670	ED-8, ED-5 ED-8 y ED-10 ED-17, COS-17, COS-22	1985
		T-17172, T-17178 T-17779, T-17780 T-17784 a T-17789	ED-18, ED-22, ED-24, ED-25 ED-22, ED-25	1986
	UFV 392/62	T-15205 a T-15204	ED-9 y ED-10	1983
	UFV 417/670	T-15195 a T-15198	ED-5, COS-3	1983
	UFV2000/83,84,87	T-15222	ED-6	1983
	UFV 2000/147,149 596 (CENICAFE)	T-16671 a T-16673 T-17169, T-17170	ED-17, ED-18, COS-17 COS-22	1986
	UFV 2047/788 (CENICAFE)	T-12870	COS-3	1981
	UFV 2051/101	T-15223, T-15227	ED-6, ED-10	1983

Procedencia de origen	Nomenclatura de origen	Número de Introducción a Turrialba	Ubicación en ensayos CATIE y fincas cercanas	Año de Ingreso al CATIE
	UFV 2051/99,101, 109 (CENICAFE)	T-17781, T-17782 T-17782	ED-22, ED-24, ED-25	1987
	UFV 2054/372	T-15228 a T-15230	ED-6	1983
<b>Campinas</b>				
	LC-1662/10	T-14716	ED-7	1983
	LC-1663/6-2	T-14717	ED-7	
	LC-1703/?	T-14720	ED-7	
<b>IAPAR</b>				
	IAPAR 75166/14	T-17535	COS-17	1987
<b>Colombia (CENICAFE)</b>				
	CIA % H.de Timor CCC135 % CCC 48-1574 plantas 1321 y 1330  H. de Timor CIFC = 1343	T-5155, T-11670	ED-1, COS-5, COS-13	1971
	Líneas que componen la var. Colombia	T-17924 a T-17940	ED-27	1987
<b>México (INMECAFE)</b>				
	IMC 24-5	T-12834	COS-6	1981
	IMC 25-1	T-12835	COS-6	
	IMC 33-3	T-12840	COS-6	
	IMC 35-7	T-12845	COS-6	
<b>RETROCRUCES Portugal (CATIMORES) (CIFC)</b>				
	H-678,H-682,H-703 H-681,H-697,H-677 H-680,H-695,H-688 H-690,H-698	T-16235 a T-16250 ED-25, COS-21	ED-14,ED-21,ED-23	1984

Procedencia de origen	Nomenclatura de origen	Número de Introducción a Turrialba	Ubicación en ensayos CATIE y fincas cercanas	Año de Ingreso al CATIE
	H-691,H-696,H-685 H-692,H-687,H-684 H-686,H-702,H-697 H-693	T-16251aT-16260	ED-14,ED-23	1984
	H-689,H-763,H-765 H-770,H-773,H-774 H-780,H-783,H-797 H-801,H-808,H-820 H-823	T-17243 T-17570 a T-17582	COS-21, COS-25 COS-19	1986
	H-833,H-834,H-835 H-641/2,H-641/11,H642/9 H-641/18 H-628	T-17805 a T-17806 T-17810 T-17912	ED-23, COS-27  COS-25	1987
BRASIL (U.F.V.)	UFV 1083/629 UFV 1088/121 UFV 1088/163 UFV 1091/22, 158, 732 UFV 1096/255, 273, 279	T-12862 a T-12866 T-15173 T-15184, T-15185 T-15186, T-15187 T-15188	COS-3   ED-7	1981
SARCHIMORES BRASIL (U.F.V)	UFV 349/9	T-12856	COS-3	1981
(I.A.C)	IAC 1669/31 H. de timor 832/2 %	T-16783 A T-16785	COS-22	1986
CAMPINAS	Villa Sarchi H 361/971-10			
	JAC C 3020/3	T-18137	ED-28	1988
	JAC C 1669/20,31,33	T-17584, T-18138, T-18141		1988

Procedencia de origen	Nomenclatura de origen	Número de Introducción a Turrialba	Ubicación en ensayos CATIE y fincas cercanas	Año de Ingreso al CATIE
<b>CACHIMORES</b>				
	BRASIL (U.F.V)			
	UFV 351/33	T-12858	COS-3	1981
	UFV 4789/20,31,33	T-15218 a T-15221	ED-7. COS-8, ED-10	1983
<b>MUNDO NOVO</b>				
	BRASIL	T-2544	ED-1, COS-13	1953
	LINEAS DE MUNDO NOVO	T-16742 a T-16762	ED-16, ED-19, COS-22, COS-17	1985
<b>CATUAI</b>				
	(U.F.V)			
	LINEAS DE CATUAI	T-16766 a T-16781	ED-20, COS = 17	1985
	LCH 2077	T-17168	ED-18, ED-20	1986
		T-17249	ED-22, ED-25	
		T-17763 a T-17772	COS-20, COS-25	1987

### 5.3 Ensayos Regionales de Adaptación

En la estrategia operativa del Programa, se consideró que los materiales introducidos a Turrialba, tenían que ser aumentados y al mismo tiempo evaluados por sus características fenotípicas, tamaño y forma del grano, etc. con el propósito de eliminar en una primera instancia, aquellos materiales que tuvieran características indeseables, antes de distribuirlos a los programas nacionales, a través de los experimentos regionales o bien como material para lotes de observación y selección.

Desde 1980, se han distribuido a los países de la región, nueve ensayos regionales que contienen 117 tratamientos o progenies, para su evaluación a nivel de país.

En este informe se presentan resultados de experimentos selectos de Honduras, Nicaragua y Costa Rica, que fueron sembrados en condiciones diferentes de altura sobre el nivel del mar y diferentes regímenes de pluviosidad, en los cuales se tiene un mayor número de cosechas. En todos los países miembros, existen experimentos varietales en ejecución.

En los experimentos de Honduras y Nicaragua la producción se registró en kilogramos de café cereza por planta y en Costa Rica los datos se tomaron por parcela y se convirtieron a

en un recipiente con agua y el número de cerezas flotantes representa el porcentaje de frutos vanos. En Honduras para la calificación de vigor, se utilizó una escala de 1 - 10, donde 1 es deficiente y 10 es excelente y se registra después de la cosecha.

En el cuadro 19, se presenta la producción promedio de seis cosechas en café cereza de genotipos selectos del experimento PROMECAFE No. 1, que fue sembrado en el Centro Experimental Los Linderos del Instituto Hondureño del Cafe en Honduras. En el mismo cuadro, se presenta el porcentaje de producción en relación al Catuaf, porcentaje de frutos vanos, respuesta a la poda y vigor. El Catimor T - 5175, superó en 21.7 % de rendimiento al Catuai, el mejor testigo. El porcentaje de frutos vanos fue ligeramente superior al Catuai ( 6.6 % vs. 4.6 % ), sin embargo, esta por abajo del límite de selección establecido de 8 %. En relación, a la respuesta a la poda, no se observó diferencias entre el Catuaf y el T-5175, después de 6 cosechas consecutivas sin manejo de tejido; lo mismo se observó en el caso del vigor vegetativo.

**Cuadro 19 Producción promedio de seis cosechas, frutos vanos, respuestas a la poda y vigor. PMC.1. Los Linderos - IHCAFE, Honduras.**

GENOTIPO	PROD.PROM. CEREZA KGR/pl	CATUAI %	FRUTOS VANOS (%)	RESP* PODA	VIGOR**
T-5175	6.21	121.7	6.6	4.8	5.4
MUNDO NOVO	5.49	102.6	3.7	4.8	4.7
GEISHA	5.23	102.5	7.3	4.2	4.6
CATUAI ROJO	5.1	100.0	4.6	4.9	5.9
T-5269	4.79	93.9	8.4	4.7	5.1

Media General: 4.44 Kg/planta

Altitud: 1100 msnm

Precipitación: 1864 mm

FUENTE: Flores et al - Memoria IX Reunion Regional de Mejoramiento de Cafe. IICA.

PROMECAFE. 1990

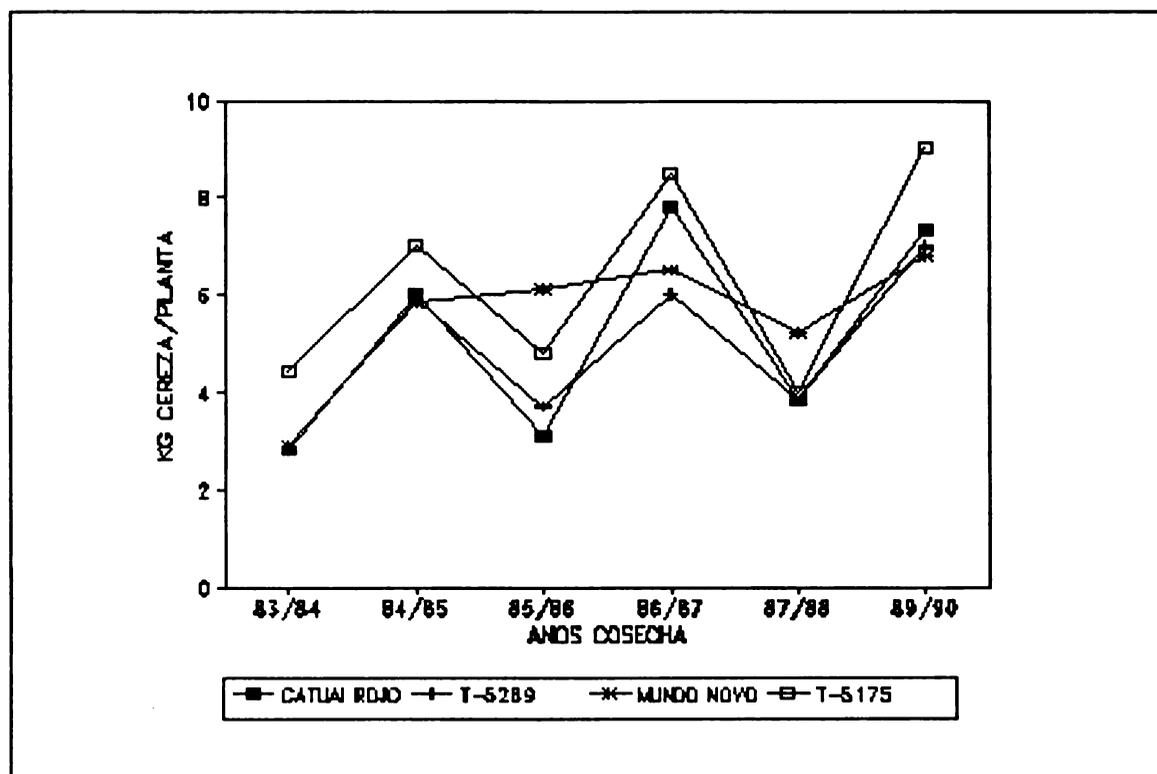
\* Escala de 1 - 5: 1 = Respuesta pobre; 5 = Respuesta excelente

\*\* Dato tomado después de la Cosecha 87/88

Escala 1 - 10: 1 = Deficiente; 10 = Excelente

En la gráfica No. 5 se puede observar, el comportamiento de la producción a través de los 6 años de cosecha. El cultivar Mundo Novo, es el que presenta menos variación bianual y el Catimor T-5175 se comporta en forma similar al Catuaf, lo cual es un buen indicador de las bondades de este material, que además de tener alta productividad, presenta muy buenas características agronómicas y resistencia a las razas de roya existentes en la colección del CIFC, donde se ha clasificado en el grupo fisiológico "A".

En el cuadro 20, se presenta la producción promedio por planta, de seis cosechas, porcentaje sobre Catuaf, vigor y porcentaje de frutos vanos de progenies selectas de la serie 86, incluidas en el experimento PROMECAFE No.3, sembrado en el Centro Experimental Los Linderos, en Honduras. Las progenies T-8667(1-2), T-8667(1-4) y T-8667(2-2) produjeron 17, 14 y 12 porciento mas que Catuaf, en promedio de las seis años cosecha. El vigor de estas progenies fue ligeramente superior al Catuaf, de acuerdo a la evaluación efectuada despues de la sexta cosecha. En relación al fruto vano, esta progenies presentan un porcentaje entre 3 y 4 por ciento, que se considera excelente.



Gráfica 5. Evaluación de genotipos selectos en relación al Catuai. Los Linderos, IHCAFE, Honduras.

Cuadro 20 Producción promedio de seis cosechas, vigor y frutos vanos de progenies selectas de la Serie 86 en relación al Catuai. PMC No.3 Los Linderos. IHCAFE, Honduras.

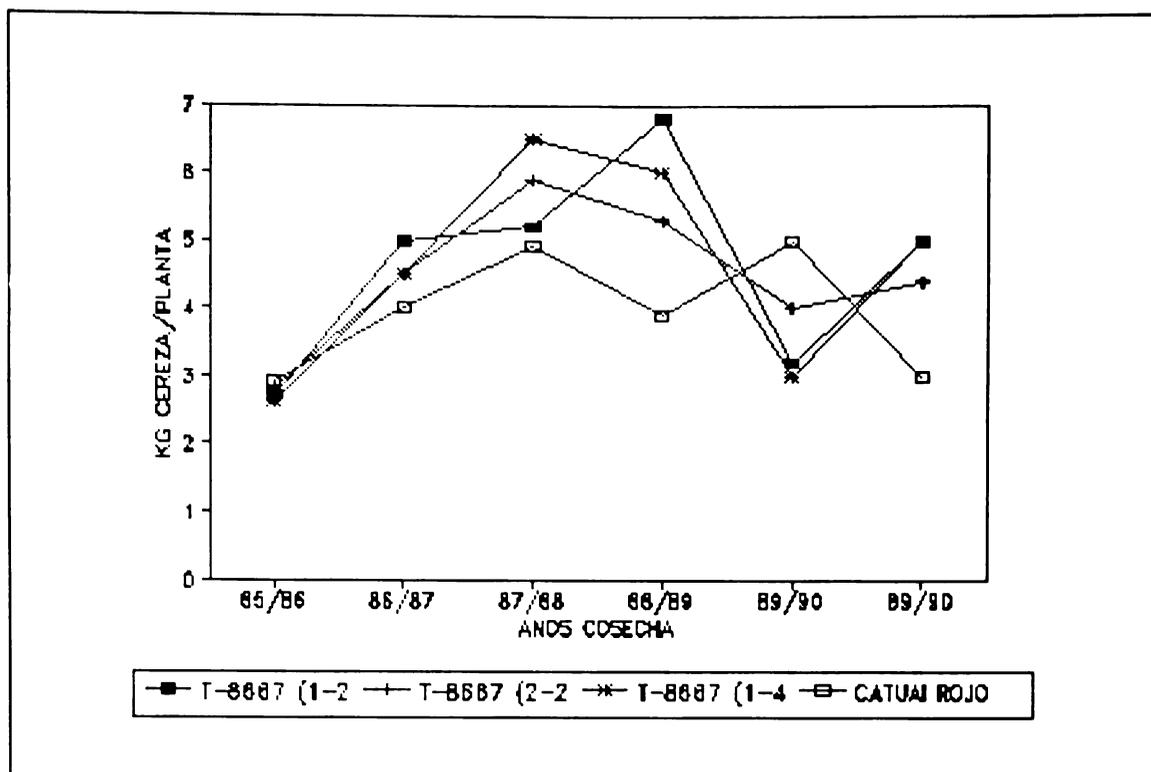
Progenies	Prod.Prom. Kg.Cer./Pl	% de Catuai Escala 1 - 10	Vigor * %	Fruto vano
T-8667 (1-2)	4.71	117	6.7	3.0
T-8667 (1-4)	4.57	114	6.3	3.3
T-8667 (2-2)	4.50	112	6.4	3.4
T-8673 (4-5)	4.25	106	6.2	3.9
CATUAI ROJO	3.99	100	5.9	1.6

Media General: 3.54 Kgr/planta

Altitud: 1100 msnm      Precipitación: 1864 mm

\* Escala de 1 - 10: 1 = deficiente; 10 = excelente

Dato tomado despues de la cosecha 90/91



Gráfica 6. Evaluación de progenies de T-8667, en relación al Catuai

En el Cuadro 21, se presenta la producción promedio por planta en cinco cosechas de progenies derivadas de T-8660 y T-8667, en la localidad de Jinotepe, Nicaragua; las cuales rindieron entre 28 y 70 por ciento más que la variedad testigo Catuai. El porcentaje de fruto vano no mostró diferencias significativas, en relación al testigo.

Cuadro 21 Comportamiento de progenies selectas de la Serie 86 en relación al Catuai. Jinotepe, MAG, Nicaragua

Progenies	Prod.Prom. Kg.Cer./PI	Catuai %	Fruto fino %
T-8660 (2-3)	1.38	169.5	5.5
T-8667 (2-2)	1.32	162.8	6.3
T-8660 (4-3)	1.23	151.	5.8
T-8667 (4-5)	1.04	127.9	6.2
CATUAI ROJO	0.81	100.0	6.6

Media General 0.69 Kg/planta

Altura: 485 mmsm

Precipitación: 1600 mm

Fuente: BAYLON, M. PIZZI, W. Memoria IX Reunión de Fitomejoramiento - IICA/PROMECAFE - 1990.

En Costa Rica, en la localidad de Palmares, (Cuadro 22) las progenies T-5175 (1-4), T-8660 (3-4) y T-8667 (2-3), rindieron 31, 24 y 11 por ciento más que el testigo Catuaf rojo en producción de grano en promedio de cuatro cosechas.

**Cuadro 22 Evaluación de líneas de Catimor en relación al Catuaf promedio de cuatro cosechas. Palmares, ICAFE-MGA. Costa Rica.**

Genotipo	Prod.Prom T.M. Cereza/ha	Catuai %	Pl.Podadas %
T-5175 (1-4)	15.9	131	33.3
T-8660 (3-4)	15.1	124	27.1
T-8667 (2-3)	13.6	111	14.5
CATUAI ROJO	12.2	100	39.6

Altitud: 1000 msnm

Precipitación: 1766

Fuente: AGUILAR, G. Memoria, IX Reunión Regional de Mejoramiento de Café - IICA-PROMECAFE - 1990

Media General: 13.04 Kgr/planta.

El excelente comportamiento observado por estos materiales genéticos con resistencia a la Roya, en comparación con el cultivar Catuaf, en ambientes tan diversos como el caso de Jinotepe, Nicaragua, ubicado a 485 msnm con una precipitación de 1500 mm. anuales y Los Línderos en Honduras con 1100 msnm y un precipitación anual de 1874 mm., es un indicador de la capacidad de adaptación a diferentes ambientes sin detrimento de su potencial productivo.

Los datos obtenidos en experimentos sembrados en los demás países miembros, confirman el potencial de estas nuevas variedades que han sido denominadas, PROMECAFE 1 (T-5175), y PROMECAFE 2 (T-8667), que representan una alternativa de producción para los pequeños y medianos productores de café de la región. Por otra parte, se ha observado que estos materiales presentan muy buena respuesta a la poda y características de grano y calidad de taza, similares a las mejores variedades comerciales.

En la cosecha 90/91, se identificaron plantas de estos dos materiales en base a producción, uniformidad fenotípica, características del grano, porcentaje de frutos vanos, etc. de las cuales se obtuvo semillas para su distribución a los países de la región, en forma de líneas/progenies individuales para evaluación de su descendencia, así como en la forma de un "compuesto" o una mezcla de las líneas, para la siembra de lotes de observación, selección y aumento. De esta forma se evita tener una población con una base genética muy reducida de acuerdo a la metodología propuesta en la formación de la variedad "Colombia".

Un aspecto importante en relación al comportamiento de estos materiales en las condiciones prevalecientes en América Central, es que en 1982 cuando se inició el Programa, se tenía poca confianza en que los materiales resistentes a la Roya, llegaran a superar a las variedades comerciales, considerando la experiencia negativa que tuvo del programa de mejoramiento genético de la Universidad Federal de Viçosa en Brasil, a finales de la década de los 70.

El Doctor A. Bettencourt, Genetista del CIFIC de Portugal quien ha sido asesor de PROMECAFE, sugirió que bajo las condiciones de clima, suelos y el manejo del cultivo en América Central, que son completamente diferentes del sistema de cultivo en Brasil, los materiales podrían tener un comportamiento superior, principalmente en el aspecto de longevidad y vigor, lo cual ha sido confirmado en esta actividad.

## 5.4 Estudios de Resistencia a los Nemátodos

El problema de los nemátodos surge en esta década como una de las principales amenazas para la producción de café en la región.

Los altos costos (económicos y ecológicos) del combate de esta plaga justifican sobremanera la investigación en resistencia genética.

En la Unidad Central de Mejoramiento de PROMECAFE en el CATIE, se han realizado estudios para desarrollar metodologías de evaluación de Resistencia a los Nemátodos, principalmente a *Meloidogyne exigua* y en Guatemala a *Pratylenchus* sp. Los resultados iniciales, indican la necesidad de identificar con mayor detalle el grado de resistencia/tolerancia de los patrones de especies diploides del género *Coffea* utilizadas en el proceso de injertación en vista de que la variabilidad genética en dichas especies, condiciona su resistencia o susceptibilidad.

En los estudios preliminares se han identificado progenies de Catimor y Sarchimor con grados variables de resistencia y/o tolerancia a los nemátodos.

A continuación se presenta un resumen de los principales trabajos realizados en esta materia.

### 5.4.1 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA RESISTENCIA DEL CAFE A *Meloidogyne exigua*.

Desde hace varios años, PROMECAFE ha realizado investigaciones y observaciones tendientes a definir una metodología simple y rápida para evaluar la resistencia del café a *M. exigua*. A continuación se presentan las recomendaciones emanadas de estos trabajos, especificando cada uno de los aspectos a considerar.

#### 5.4.1.1 Sustrato

Según el trabajo de Bolívar, un sustrato de arena pura favorece la multiplicación de los nemátodos; sin embargo, forma una masa muy compacta que dificulta la extracción de las raíces y además de que favorece la desecación y la poca disponibilidad de nutrientes para la planta. Por consiguiente, se decidió emplear una mezcla de arena: suelo (1:1), en la que debe vigilarse el riego y la fertilización, pues la falta o el exceso de humedad afecta negativamente el desarrollo de los nemátodos y por lo tanto se pueden alterar los resultados. El nivel ideal de humedad es a capacidad de campo.

Este sustrato debe esterilizarse con calor (200°C por dos horas) o con bromuro de metilo.

#### 5.4.1.2 Preparación del Material

##### Plantas de Semilla:

Se siembran en cajones de madera que contenga arena pura esterilizada y se mantienen en un sitio donde no les falte humedad y donde no haya peligro de contaminación.

Cuando las plantitas se encuentren en estado de "palito de fósforo o soldadito", se trasplantan a vasos plásticos con capacidad para 400 ml. de sustrato.

Una semana después del trasplante se abonan con fertilizante diluído (por ej. 18-46-0, 62 g/lt) a razón de 10 ml por planta. Esta es la única vez que se aplica fertilizante al suelo porque después de la inoculación podría afectar a los nemátodos. Se recomienda la fertilización foliar cada 15 a 21 días.

##### Esquejes:

Para obtener esquejes de *Coffea canephora*, se recomienda seleccionar del 2do. al 4to. entrenudo de ejes ortrópicos. Estos se recortan unos 2 cm arriba del entrenudo y el par de hojas correspondientes se recortan a la mitad. En la parte inferior de la estaca se hace un corte en bisel y se sumerge en una solución enraizadora comercial (concentración y tiempo de exposición según recomendaciones de la casa comercial).

Posteriormente, se colocan en enraizadores que contengan arena pura esterilizada, enterrándolas hasta unos dos centímetros antes del entrenudo. En este sentido se estudió varios sustratos para enraizamiento, y se obtuvo que la brosa de café favorece un buen crecimiento aéreo pero poco desarrollo radical en tanto que la arena tiene un efecto inverso; por lo tanto se recomienda esta última, pues para evaluar resistencia a nemátodos es muy importante contar con una raíz adecuada.

En esta etapa es fundamental mantener una buena humedad en el enraizador.

Después de dos meses en el enraizador, se trasplantan a los vasos plásticos.

#### 5.4.1.3 Inoculación

En plantas producidas por semillas, los mayores niveles de infestación se obtienen al inocular plantas en estado de primer par de hojas verdaderas bien desarrolladas. En el caso de los esquejes, se inoculan un mes después del trasplante.

Como fuente de inóculo se recomienda aplicar soluciones de huevos y juveniles del nemátodo ya que esto permite uniformizar y cuantificar la cantidad inoculada por planta.

El nivel de inóculo recomendada es de 4000 a 6000 ui/planta, haciendo la evaluación de las variables 90 días después. A esta fecha se obtiene una adecuada medida de la reproducción de los nemátodos pero aún no se observa efecto sobre el crecimiento de la planta. Si se desea medir este último aspecto, se deberá mantener el ensayo por otros 90 días.

En el caso de material de *C. canephora*, se ha encontrado que se pueden utilizar los mismos niveles de inóculo, aunque para la evaluación de las variables de reproducción es recomendable dejar transcurrir unos 2 ó 3 meses adicionales.

En ensayos con ambos tipos de material genético, siempre debe incluirse un testigo susceptible, pues este será el patrón de comparación de la respuesta de la planta al ataque de los nemátodos.

#### 5.4.1.4 Evaluación e Interpretación de Resultados

Como se mencionó previamente, si la evaluación se efectúa 90 días después de la inoculación es muy probable que no se detecten diferencias en cuanto a la reproducción del nemátodo. La variable ideal a medir sería la población final obtenida que resultaría de la suma de los nemátodos extraídos de la raíz más los extraídos del suelo; sin embargo esta evaluación es sumamente lenta y tediosa, sobre todo cuando se evalúa mucho material. Además se ha determinado que la misma tiene una correlación de casi 95% con el número de agallas por planta, la cual es más fácilmente medible.

Para hacer esta evaluación, así como la interpretación de los resultados, se podrían recomendar varias escalas. A continuación se presentan algunas de ellas.

Escala propuesta por Taylor y Sasser para evaluar el índice de agallamiento.

Número de Agallas	Índice de Agallas
0	0
1 - 2	1
3 - 10	2
11 - 30	3
31 - 100	4
> 100	5

En este caso se hace una clasificación muy simple en cuanto a resistencia: material donde  $IA \leq 2$  se considera resistente y cuando el  $IA > 2$  se considera susceptible.

En ensayos relacionados con otros cultivos u otras especies de nemátodos, se puede utilizar la coloración de masas de huevos con una solución de Ploxine B (15 mg/1 de agua) y hacer una determinación del índice de masas de huevos, basándose en la escala anterior y en lugar del conteo de agallas, sin embargo en el caso de *M exigua* no es posible hacerlo, pues este nemátodo deposita sus huevos en el interior de la raíz.

Lima, Goncalvez y Fazuoli proponen una escala basada en el índice de reproducción (IR), el cual considera el número de ootecas (o agallas) en la planta evaluada (Re) en relación con el

número de ootecas presentes en el testigo susceptible (Rs), o sea,  $IR = Re/Rs \times 100$ , donde se considera como inmune (I) la planta con  $IR = 0$ ; como resistente (R) con  $IR$  de 0 a 10%; moderadamente resistente (MR) con  $IR$  de 10 a 20% y susceptible (S) con  $IR > 20\%$ .

Además, y dado que la mayoría del material que se ha evaluado segrega su resistencia a nemátodos, los mismos autores recomiendan anotar la frecuencia de plantas en cada una de las categorías.

Otro factor muy importante a evaluar es el porcentaje de raíces infectadas, pues suele suceder que las plantas con alta infestación tengan un sistema radical muy destruido por lo que el conteo de agallas resulta bajo, por el contrario algunas plantas con muy buen desarrollo radical pueden tener igual o mayor número de agallas que en el caso anterior, pero las mismas ocupan menos de 20% de su raíz. Lo anterior sucede sobre todo en mediciones realizadas después de los 180 días. Para esta evaluación. Bolívar sugiere la siguiente escala:

Escala propuesta para clasificar la reacción del cafeto al daño de *Meloidogyne exigua* con base en el porcentaje estimado de raíces agalladas.

Porcentaje estimado de raíces agalladas	Descripción de la Infestación	Clasificación de la reacción
0	Sin infestación	Inmune
1 - 10	Infestación muy baja	Altamente resistente
11 - 25	Infestación muy baja	Moderadamente " "
26 - 40	Infestación mediana	Ligeramente " "
41 - 50	Infestación alta	Susceptible " "
61 - 100	Infestación muy alta	Muy susceptible " "

## CONCLUSION

Las recomendaciones anotadas han sido aplicadas con resultados favorables, aunque debe considerarse que si se utiliza bajo otras condiciones ambientales o con otro género y/o especie de nematodo podría necesitar algunos ajustes. Sin embargo puede tomarse como una guía o un punto de partida.

Otra consideración importante es que esta metodología responde a una etapa inicial de selección por lo que, sobre todo en cultivos perennes como el café, los resultados de estas investigaciones deben ser corroborados a nivel de campo y a varios años plazo.

#### 5.4.2 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A *MELOIDOGYNE EXIGUA* DE PLANTAS DE *COFFEA CANEPHORA* CV. ROBUSTA OBTENIDAS POR POLINIZACIÓN LIBRE.

Desde hace muchos años, en países como Guatemala, se utiliza la injertación hipocotiledonal de café sobre patrones de Robusta para el combate de nemátodos. Su éxito radica en la relativa sencillez de la técnica empleada y en los buenos resultados obtenidos a nivel de campo. Por lo anterior y dada la importancia que tiene esa plaga en algunos países de la región, se decidió incluir investigaciones como la presente, tendientes a seleccionar patrones resistentes.

El ensayo se llevó a cabo en un invernadero ubicado en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se sembró semillas obtenidas por libre polinización de 5 plantas de las siguientes introducciones de Robusta: T3752 (3-2), T3756(1-2), T3757(2-2), T3561(2-1) y T3561(2-3). Las plantitas se inocularon con 7000 unidades de inóculo/planta de *M. exigua*; cuatro meses después se evaluó el índice de agallamiento de acuerdo con la escala de 0 a 5 propuesta por Taylor y Sasser.

Todas las introducciones evaluadas presentaron promedios de índice de agallamiento inferiores a 2, lo cual las clasifica como resistentes. No obstante, se observaron plantas con valores superiores. Este resultado confirma la hipótesis de que dentro de una población de Robusta se encuentran plantas con diferentes respuestas al ataque de los nemátodos, siendo más numeroso el número de plantas con alta resistencia en este caso. Esto explicaría el éxito que ha tenido la injertación a nivel práctico; aunque esto podría variar si se tratara de otra especie o de otra raza de nemátodo, como ya fue observado en el Brasil. Por lo tanto, se debería implementar un programa de selección de plantas madres, reproducidas asexualmente, con el fin de establecer los jardines clonales de los que se extraería la semilla garantizada por su resistencia para ser utilizada en injertación.

Cuadro 23. Descripción de los materiales evaluados en el experimento.

Introducción	Generación	Descripción
T 3561(2-1)	---	ROBUSTA L-48, Congo Belga
T 3561(2-3)	---	ROBUSTA L-48, Congo Belga
T 3752(3-2)	---	ROBUSTA BP-25, Indonesia
T 3756(1-2)	---	ROBUSTA BP-358, Indonesia
T 3757(2-2)	---	ROBUSTA SA-13, Indonesia
T 5267	---	CATUAI Testigo susceptible

Cuadro 24. Promedio, rango y coeficiente de variación del índice de agallamiento en plantas de *C. canephora* cv. Robusta inoculada con *Meloidogyne exigua*.

Introducción	Índice de Agallamiento*	Rango (%)	C.V.
1ª Floración			
T 3752(3-2)	1,2	0 - 3	92
T 3756(1-2)	0,6	0 - 1	83
T 3757(2-2)	0,7	0 - 3	100
Catuaí	4,0	3 - 5	11
2ª Floración			
T 3756(1-2)	1,2	0 - 3	57
T 3747(2-2)	0,8	0 - 2	80
T 3561(2-1)	0,7	0 - 1	62
T 3561(2-3)	1,2	0 - 2	52

Índice de agallamiento (IA): 0 = 0 agallas; 2 = 3-10 agallas; 3 = 11-30 agallas; 4 = 31-100 agallas; 5 = > 100 agallas.

Cuadro 25. Descripción de catimores evaluados en el experimento

Introducción	Generación	Descripción
11670	F <sup>3</sup> y F <sup>4</sup>	CATURRA X H.T. 1343
12840	F <sup>3</sup>	IMC 33-3, Hw 26/13
12845	F <sup>3</sup>	IMC 35-7, Hw 26/13
12870	F <sup>4</sup>	CATURRA X H.T. 1343
16671	F <sup>4</sup>	UFV 2000 - 84, UFV 27
16672	F <sup>4</sup>	UFV 2000 - 147, UFV 27
16681	F <sup>6</sup>	UFV 4642 - 389, UFV 180
16773		

#### 5.4.3 EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE *COFFEA ARABICA* RESISTENTE A ROYA EN RELACIÓN A SU REACCIÓN A LOS NEMÁTODOS

En estudio realizados en Colombia y Brasil, se ha determinado que existe tolerancia/resistencia en progenies de algunas líneas de Catimor y de Sarchimor. Algunos de estos materiales, han sido introducidos a la región por PROMECAFE y se consideró conveniente llevar a cabo un estudio de la reacción de estos materiales a *Meloidogyne*.

En el cuadro 25 se presentan los CATIMORES sometidos a evaluación, entre los cuales se destacan los de origen colombiano, que tienen como progenitor Caturra Amarillo x Híbrido de Timor 1343 y que se identifican con los números de Turrialba T-11670, T-12870, T-16671 y T-16672.

Los resultados de esta evaluación indican que las progenies de las plantas T-11670 COS-5/2, T-12879 COS-3/462 Y T-16671 ED-17/242 mostraron un índice de reproducción (IR) menor del 10% y se consideran resistentes, las T-12845 COS-6/109, T-12870 COS-3/560, T-16671 ED-17/243, con IR menor a 20% se consideran moradamente resistentes.

Lo anterior es un indicador que existe variabilidad entre las progenies y que se requiere una evaluación más amplia, que involucre un mayor número de plantas matrices, que permita la identificación de nuevas progenies.

En el cuadro 27, se presenta la identificación de las progenies de Sarchimor, sometidas a evaluación, y que provienen del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto Agronómico de Campinas.

En el cuadro 28, se presentan los resultados de la evaluación, en los cuales se puede observar que las progenies T-14718 ED-7/96, t-16784 ed-17/143, T-16784 ED17/144, T-16784 ED-17/145, T-16785 ED-17/106 y T-16785 ED-17/107, aparecen como resistentes. De acuerdo a estos resultados, las descendencias del Sarchimor CIFC 361, seleccionado en el IAC, con identificación LC-1668 y LC-1669, presenta más variabilidad para la resistencia a *Meloidogyne*.

Cuadro 26. Evaluación de la resistencia a *M exigua* de 20 línea de Catimor de origen colombiano.

Numero de Introducción	No. Promedio de agallas	IR* (%)	Reacción de resistencia	Frecuencia de plantas en c/reacción resist.			
				I	R	MR	S
11670 COS5/ 2	1	1,7	R	40	60	--	--
11670 COS5/ 69	17	20,7	S	13	47	--	40
12840 COS6/ 93	79	101,0	S	--	7	--	93
12840 COS5/ 99	78	95,1	S	--	7	--	93
12845 COS6/103	75	91,4	S	--	7	--	93
12845 COS6/109	16	19,5	MR	--	73	7	13
12870 COS3/462	8	9,7	R	7	86	--	7
12870 COS3/560	15	18,3	MR	7	80	--	13
16671 ED17/166	71	27,8	S	--	7	7	86
16671 ED17/240	17	20,7	S	7	67	13	13
16671 ED17/241	87	105,7	S	--	--	--	100
16671 ED17/242	8	9,7	R	7	86	--	7
16671 ED17/243	12	14,6	MR	13	67	7	13
16671 ED17/246	32	39,0	S	7	60	--	33
16672 ED17/165	83	101,0	S	--	7	--	93
16681 ED17/253	70	85,3	S	--	--	7	93
16681 ED17/474	87	106,0	S	--	--	--	100
16681 ED17/475	76	92,7	S	--	--	--	100
16773 COS22/60	82	100,0	S	--	--	--	100
16773 COS22/63	86	104,8	S	--	--	7	93
CATURRA	82	--	S	--	--	--	100

\* IR = Índice de reproducción, donde IR = 0% INMUNE, IR = 0-10% RESISTENTE,  
IR = 10-20% MODERADAMENTE RESISTENTE Y IR > 20% SUSCEPTIBLE

Cuadro 27 Descripción de Sarchimores evaluados en el experimento

Introducción	Generación	Descripción
14718		LC 1668-14, CIFIC 361
14719		LC 1669-1-6, CIFIC 361
16783 F		LC 1669-31-11, CIFIC 361
16784 F		LC 1669-31-4, CIFIC 361
16785 F		LC 1669-31-1, CIFIC 361

Cuadro 28 Evaluación de la resistencia a *M exigua* de líneas de Sarchimor.

Número de Introduc.	No. promedio de agallas	IR * (%)	Reacción de resistencia	Frecuencia de plantas en c/reacción resist.			
				I	R	MR	S
14718 ED 7/ 92	17	27,5	S	--	22	14	64
14718 ED 7/ 96	5	7,6	R	7	60	30	3
14718 ED 7/570	7	10,6	MR	7	50	30	13
14719 ED 7/ 39	17	26,0	S	--	27	27	46
14719 ED 7/ 81	18	28,0	S	--	27	20	53
14719 ED 7/ 83	13	21,0	S	7	53	7	33
16783 ED17/ 70	14	22,7	S	--	13	27	60
16783 ED17/ 74	7	11,2	MR	13	40	34	13
16783 ED17/ 76	7	11,6	MR	7	43	28	22
16783 ED17/ 77	8	13,2	MR	--	47	33	20
16784 ED17/142	14	21,5	S	6	27	27	40
16784 ED17/143	6	9,8	R	20	40	27	13
16784 ED17/144	6	8,8	R	--	67	27	6
16784 ED17/145	4	5,6	R	7	73	20	--
16784 ED17/784	13	21,0	S	--	20	33	47
16785 ED17/101	11	17,3	MR	7	13	33	47
16785 ED17/105	3	15,4	MR	7	40	20	33
16785 ED17/106	2	3,5	R	13	87	--	--
16785 ED17/107	6	9,5	R	7	67	13	13
<b>CATUAI</b>	<b>63</b>	<b>S</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>100</b>	

\* IR = Índice de reproducción, donde IR = 0% INMUNE; IR = 0-10% RESISTENTE;

IR = 10-20% MODERADAMENTE RESISTENTE; IR > 20% SUSCEPTIBLE

## 6. BIOTECNOLOGIA EN CAFE



### 6.1 Introducción

El empleo de las biotecnologías se difunde cada vez más. El desarrollo de estas nuevas tecnologías se debe a las múltiples ventajas y las enormes posibilidades que ofrece en numerosos sectores de investigación: Bioquímica, Fitopatología, Morfogénesis, Fitomejoramiento y Genética.

Si bien es cierto que dicha técnica se ha desarrollado más rápidamente en cultivos ornamentales o anuales por varias razones, su uso en el caso de plantas tropicales perennes es cada día más importante.

Una parte importante de lo que se denomina **Biotecnología**, reposa esencialmente en el empleo de técnicas de cultivo de tejidos, conocido también como Método in vitro. Entre las diferentes posibilidades que ofrece el cultivo in vitro (obtención de haploides, obtención de plantas libres de virus, ingeniería genética), la multiplicación vegetativa in vitro es la forma más difundida de estos métodos de cultivo de tejidos.

Además, la multiplicación vegetativa es el único procedimiento que permite reproducir en gran escala los genotipos sobresalientes y cuya fijación por vía masiva no puede considerarse por varias razones entre las cuales están la compatibilidad, depuración genética prolongada, etc.

## 6.2 Principios y Orientaciones

La mayoría del café consumido en el mundo proviene de dos especies: *Coffea Arabica* y *Coffea Canephora*. En el caso del *Coffea Arabica* cultivado principalmente en América Latina es autógena. Por lo tanto se puede reproducir fielmente por semillas. Su mejoramiento hecho hasta ahora, ha llevado a la creación de cultivares relativamente homogéneos (Caturra, Mundo Nuevo).

Hasta el momento, los principios y orientaciones del mejoramiento genético del café ha sido la obtención de variedades homogéneas reproducidas y distribuidas por semillas al productor, lo que significa cerca de 30 a 40 años de trabajo.

La tendencia actual en muchos países productores de café es la creación de híbridos intra e interespecífico no fijado con características agronómicas similares a las variedades comerciales.

Por eso los progresos realizados en biotecnología y especialmente en cultivo de tejidos, abren nuevas perspectivas a los investigadores, utilizando la multiplicación asexual *in vitro* para producir variedades mejoradas heterocigotas.

Los últimos resultados obtenidos por PROMECAFE, deberían apoyar la definición de nuevos enfoques para el mejoramiento genético del café.

## 6.3 PROMECAFE (1983-1990)

### 6.3.1 GENERALIDADES

Desde 1980, uno de los objetivos principales de PROMECAFE ha sido la evaluación y la distribución de variedades con resistencia a la Roya, por medio de semillas después de un largo proceso de selección.

Debido a la importancia de esta nueva enfermedad y con el fin de responder a las necesidades de los productores. se incluyó en el programa de trabajo de PROMECAFE el desarrollo de una metodología de multiplicación asexual de las variedades promisorias resistentes a la Roya. Los numerosos trabajos realizados desde 1970 en cultivo de tejidos en café, demuestran que las especies cultivadas *C. Arabica* y *C. Canephora* responden favorablemente a este tipo de cultivo.

### 6.3.2 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo del programa era establecer una metodología de multiplicación asexual de café mediante cultivo *in vitro*.

Por esta razón, a nivel de IICA-PROMECAFE y con el apoyo del IRCC-CIRAD se ha decidido utilizar dos técnicas de trabajo:

- Propagación asexual mediante microestacas.
- Propagación asexual mediante embriogenesis somática.

### **6.3.3 TECNICAS DE MULTIPLICACION VEGETATIVA IN VITRO DE LOS CAFETOS.**

El cultivo in vitro de las plantas es realizado partiendo fragmentos del vegetal completo, los cuales son llamados comúnmente explantes. De la parte de la planta de la cual van a ser obtenidos dependerá la metodología a utilizar.

En todos los casos, dichas metodologías deben permitir la multiplicación y la producción masiva de plantas idénticas a la planta madre. El nivel de uniformidad de las plantas obtenidas in vitro en relación con la planta de origen es de suma importancia.

#### **6.3.3.1 Programación mediante microestacas**

La propagación vegetativa in vitro mediante microestacas consiste en obtener, a partir de un nudo ortotrópico portadores de yemas preexistentes, una micro planta cuyos nudos ortotrópicos pueden ser utilizados como estacas in vitro, sucesivamente para obtener un gran número de individuos.

Dicha metodología incluye los siguientes pasos:

- Cultivo de nudos ortotrópicos y obtención in vitro de tallos ortotrópicos.
- Multiplicación clonal in vitro
- Enraizamiento y aclimatación.

Los cuatro pasos han sido estudiados y establecidos en nuestras condiciones.

##### **6.3.3.1.1 Cultivo de nudos ortotrópicos**

La alta contaminación por bacterias y hongos es uno de los problemas más importantes. También la oxidación fenólica que se manifiesta mediante la aparición de un color café en el medio donde se encuentran sembrados los explantes y que puede producir la muerte de éstos. Esta etapa de la metodología es la más difícil de superar.

El material vegetal utilizado puede provenir de:

- invernaderos
- directamente del campo

En el segundo caso la contaminación por hongos es muy importante y por consecuencia la pérdida de explantes es grande.

Los trabajos realizados en PROMECAFE han permitido establecer una metodología que permite la utilización de dos tipos de material vegetal a través de los siguientes pasos:

- Desinfección de Material Vegetal

Generalmente se utiliza una doble desinfección con Hipoclorito de Calcio al 10% y después al 8%. Esto permite obtener un buen porcentaje de sobrevivencia de material vegetal y control aceptable de la contaminación por hongos (más del 70%).

Si el material vegetal es muy contaminado es posible utilizar en el medio de cultivo un fungicida. En el laboratorio se utiliza de 1 g a 2 g de Benlate por litro de medio en relación con el origen del material vegetal (invernadero o campo).

De esta manera se puede obtener un 50% de explantes no contaminados provenientes del campo.

Además de los hongos muchas veces aparecen bacterias en el medio de cultivo aunque eso no provoca directamente la muerte del explante, la contaminación bacteriana puede impedir un buen desarrollo y crecimiento del explante.

Los trabajos realizados han permitido controlar dicha contaminación con el efecto combinado de antibióticos en el medio y el pH (400 mg de Ampicilina y pH = 4,6 - 4,8). Además de eso para reforzar el efecto del antibiótico y del pH se utiliza una dosis más baja de azúcar en el medio (10 gr en lugar de 30 gr).

- Oxidaciones fenólicas

La oxidación fenólica en el género *Coffea* varía en relación con la especie y el lugar de procedencia del material vegetal.

La producción de fenoles es muy rápida a nivel de cada "herida" del explante y la aparición en el medio de cultivo puede, en 2 o 3 días, producir la muerte del explante. Por eso su control es muy importante.

La utilización de antioxidantes (Acido Ascórbico x Acido Cítrico = 300 mg/l + 250 mg/l) en combinación con un pre-tratamiento del explante con antioxidantes (15 a 20 minutos), antes de su siembra en el medio de cultivo ha permitido controlar la oxidación a un 95%.

- Obtención in vitro de tallo ortotrópico

Una vez desinfectado y preparado el explante se siembra en un medio con sales minerales (Murashige y Shoog), vitaminas, azúcar y reguladores de crecimiento. Generalmente se utiliza una citocinina BAP (Benzylamino purine) a una dosis de 1 mg/l para inducir la brotación de las yemas axilares.

La aparición de más de dos brotes a nivel del nudo depende de la cantidad de regulador que se utiliza (mas de 1 mg) y del nivel del nudo ortotrópico (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> ....N<sub>6</sub>)

#### **6.3.3.1.2 Multiplicación clonal in vitro**

Una vez establecido el cultivo se constituye un Banco de Germoplasma in vitro a partir del cual se puede iniciar la multiplicación masiva del material.

La cantidad de material que constituye el Banco del Germoplasma va a depender del nivel de producción del laboratorio.

A nivel de PROMECAFE se había establecido un promedio de 80 plantas por variedad, en consideración a la cantidad de material vegetal necesario para la distribución a los países miembros.

Generalmente, a nivel de cada nudo ortotrópico se induce la brotación de dos ejes ortotrópicos. Dichos tallos que han alcanzado un desarrollo de aproximadamente 3 a 4 pares de hojas se separan del esqueje original y se dividen en micronudos y se colocan en un nuevo medio.

En PROMECAFE los resultados obtenidos han permitido, bajo buenas condiciones de cultivo, establecer un calendario de multiplicación, o sea:

- multiplicación cada 80 días
- un explante puede producir un promedio de 8 micro-estacas,
- la obtención de 18 a 20 mil plantas a partir de un explante inicial.

Debido al tipo de cultivo (café) y variedades (enana) cuyo crecimiento es muy lento, la tasa de multiplicación parecer ser muy pequeña en comparación con plantas ornamentales.

Pero los últimos resultados obtenidos con otros reguladores de crecimiento (Giberellina) o el estudio más profundizado de otros factores (luz) deberían permitir una mejor tasa de multiplicación.

Por ejemplo, en el caso de la Giberellina se ha logrado obtener a los 80 días un promedio 12 microestacas a partir de un explante inicial, lo que significa una producción de más de 100.000 planta por año.

La utilización de mayor cantidad de luz, más importante por ejemplo en otros cultivos ha permitido el incremento de la tasa de multiplicación.

#### **6.3.3.1.3 Enraizamiento y aclimatación**

Una vez obtenida la cantidad de plantas requeridas para cada variedad, es necesario llevarlas al vivero y después al campo.

Debido a que las microplantas que están en condiciones asépticas no tienen raíces y están controladas en buen ambiente, es necesario seguir los siguientes pasos:

- inducir la formación de raíces
- permitir el desarrollo de dichas raíces
- aclimatar dichas plantas a las condiciones ambientales

- Enraizamiento

Generalmente se conduce la formación de raíces en condiciones in vitro y el desarrollo de las mismas en condiciones in vitro controlada. Este proceso requiere generalmente de 2 a 3 meses y muchas manipulaciones.

Con el fin de reducir tanto el tiempo como el número de manipulaciones, el costo y la posible pérdida de plantas, se ha desarrollado una metodología con la que se ha permitido obtener un 95% a 100% de enraizamiento, con una pérdida del 5 al 10% de plantas en la fase de aclimatación.

El objetivo principal era establecer una metodología simple, aplicable en condiciones locales, fácilmente accesible al productor y disminuyendo así el costo de producción.

- Inducción de raíces

La inducción se realiza en medio líquido, o sea se prepara un medio líquido (no estéril), con alta dosis de reguladores de crecimiento, en el cual se ponen las plantitas con 3 o 4 pares de hojas y de 1-1.5 cm. de altura. Las plantas se quedan en dicha solución durante 24 horas y son sembradas directamente en el suelo en bolsa plástica, llena de un sustrato adecuado. Los estudios histológicos (Tesis de Master) han permitido demostrar que las raíces inducidas en las microestacas, están normales y bien conectada con el sistema vascular central de la planta como cualquier raíz de una planta proveniente de semilla.

- Aclimatación

Una vez sembradas las plantas en el vivero, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- el sustrato que debe permitir un buen desarrollo de las raíces
- el control de la temperatura y la humedad que deben permitir un desarrollo y una sobrevivencia máxima.

Los trabajos observados permitieron establecer un sustrato adecuado compuesto de una mezcla de tierra, arena y pulpa de café en partes iguales.

Generalmente las raíces empiezan a aparecer a las tres semanas.

Es muy importante que durante toda la fase de aclimatación se mantenga una alta humedad relativa y una temperatura no muy alta. Por eso, una vez sembradas las plantitas colocadas en las bolsas de polietileno, se hace un techo a 10 cm de altura, de plástico o de hoja de banano. La persona encargada del vivero debe regar las plantas en la mañana, al mediodía y en la tarde, debajo y encima de dicho techo, con el fin de mantener las condiciones adecuadas.

Cada semana se debe quitar una hoja de plátano o levantar 10 cm el techo plástico con el objeto de aclimatar poco a poco las plantas hasta llegar al fin del mes y tener las plantas, solamente con la cubierta normal del vivero.

Con esta técnica se han logrado obtener muy buenos resultados hasta un 95% de plantas aclimatadas.

A los 6 ó 7 meses, las plantitas tienen un tamaño normal como cualquier otra planta proveniente de semilla y están listas para ser sembradas en el campo.

Las plantas así producidas tienen un sistema radical muy bien desarrollado y formado con dos o tres raíces tipo pivotantes.

#### **6.3.3.1.4 Ensayos en el Campo**

En 1986 se inició la última etapa o sea el estudio del comportamiento a nivel del campo de las plantas producidas mediante microestacas y así se han realizado varios ensayos a nivel de los países de PROMECAFE.

- Se sembraron ensayos en Costa Rica, en dos zonas diferentes: Turrialba y CICAPE (Heredia).
- Se enviaron plantas por avión a varios países (Guatemala, Honduras, Nicaragua y México), después de haberlas sometido a un proceso de inducción de raíces durante 24 horas.

Los resultados obtenidos después de 4 años, demuestran que la metodología ha dado buenos resultados y no afecta el comportamiento de las plantas. Dichas plantas tienen una buena uniformidad y mantienen una buena producción.

En el caso de Costa Rica, el primer ensayo (1986) han cumplido su primer ciclo de producción y fué podado en febrero de 1991.

Como se puede observar en los Cuadros 1 y 2 Anexos, generalmente los primeros años de producción, las plantas producidas mediante microestacas superan a las plantas comerciales producidas por semilla. Así, para el impacto real de la metodología se ha decidido para 1992, sembrar en el campo con los nuevos ensayos, un testigo "absoluto" -Caturra y Catuaí-reproducidos por microestacas. Este trabajo se realiza en los países a través de los laboratorios establecidos.

#### **6.3.3.2 Propagación mediante embriogenesis somática**

Los primeros casos de embriogenesis somática en el género *Coffea* fueron obtenidas por Staritsky (1970) sobre explantes de *Coffea Canephora*. Desde entonces varios autores han obtenido resultados tanto en *C. Arabica* como en híbridos interespecíficos (Arbusta). El concepto de la embriogenesis somática esta basado sobre la extraordinaria capacidad de la célula vegetal, o totipotencia a regenerar una planta entera.

El objetivo principal de dicha técnica es producir a partir de fragmentos de hojas embriones asexuales. Después dichos embriones se desarrollan en plantas enteras.

Esta técnica comprende los siguientes pasos:

- Cosecha y desinfección del material vegetal proveniente del campo para su establecimiento in vitro.

- Inducción y formación de embriones
- Regeneración de embriones y desarrollo de plantas enteras.

En PROMECAFE se ha trabajado con dos técnicas, utilizando fragmentos de hojas y bajo los conceptos definidos por Sondhal y Sharp o sea:

- LFSE (Low Frequency Somatic Embriogenesis) o embriogenesis somática directa y cuyo nivel de producción es generalmente baja.
- HFSE (High Frequency Somatic Embriogenesis) o embriogenesis somática indirecta (Callo secundario), cuya tasa productiva es muy alta.

Además PROMECAFE, utilizando las dos técnicas, ha realizado trabajos con:

- *C. Arabica* con el objetivo de multiplicar masivamente plantas resistentes a la Roya y otras enfermedades.
- *C. Canephora* con la finalidad de multiplicar patrones de plantas resistentes o tolerantes a nemátodos y otras plagas de las raíces.

#### 6.3.3.2.1 Cultivos de fragmentos de hojas

La utilización de materiales vegetales provenientes del campo puede limitar la técnica debido a:

- la alta contaminación por hongos y bacterias
- el estadio fisiológico del material vegetal
- el tipo de explantes que se utiliza (hojas jóvenes)
- la variedad utilizada

El proceso establecido en el laboratorio ha permitido tener un buen control de la contaminación, utilizando una triple desinfección con: Benlate (1 gr./litro), Hipoclorito de Calcio al 10% y Hipoclorito de Calcio al 8%.

Los trabajos realizados, nos han permitido conocer las épocas más críticas en cuanto a la alta contaminación. Además, a través de los resultados obtenidos se ha permitido establecer que el primer par de hojas jóvenes dan la mejor respuesta.

#### 6.3.3.2.2 Inducción y formación de embriones

Es importante resaltar que la respuesta a la embriogenesis somática responde no solamente al estado fisiológico del explante (nivel de elementos minerales nivel interno de reguladores de crecimiento), pero también al genotipo de la planta (especie, variedad).

- LFSE o embriogenesis somática directa

Se ha adaptado a las condiciones locales, el medio de Yasuda lo que ha permitido obtener buenos resultados en variedades de *Arabica* y *Canephora*.

Actualmente la introducción en cultivos in vitro de plantas seleccionadas se realiza mediante microestaca y embriogenesis somática directa.

En general el *Coffea Canephora* tiene un nivel de producción de embriones bastante superior al de la *C. Arabica*. El caso de esta se produce de 2-3 a 60-70 embriones por explante de cm<sup>2</sup>. En el caso de *C. Canephora* puede ser de 3 a 4 veces más.

- HFSE o Embriogenesis Somática Indirecta

Dicha técnica comprende dos fases:

- fase de inducción en la oscuridad
- fase de regeneración a la luz indirecta o directa.

La utilización de una mezcla de auxina y citocinina siempre conduce a la formación de un importante callo primario y después un callo secundario amarillo, friable y embriogénico.

Este callo embriogénico esta formado por miles de células embriogénicas, capaces en condiciones adecuadas, de regenerar miles de embriones y al final plantas.

La importancia de dicha metodología es:

- La alta capacidad de producción, 10 a 15 veces más en comparación con la LFSE.
- La posibilidad de industrializar la producción

A nivel de *C. Arabica* los resultados obtenidos son prometedores pero variables, no se ha logrado definir una técnica aplicable a cualquier variedad de *Arabica*. Es necesario continuar la investigación.

Con la variedad *C. Canephora* se ha logrado establecer una metodología que permite producir embriones en cualquier línea de robusta y en cualquier momento del año.

Los resultados obtenidos han permitido empezar a trabajar sobre la fase de regeneración de los embriones y plantas tanto en medio sólido como líquido.

Además los resultados obtenidos con *C. Canephora* nos permiten estudiar y entender mejor el fenómeno de la embriogenesis somática. Esto debería permitir en un futuro cercano, lograr los mismos resultados en *C. Arabica*.

Actualmente estamos en la fase de optimización de la producción de embriones en medio líquido, o sea:

- producción de callo secundario embriogénico con cualquier tipo de robusta todo el año.
- multiplicación en medio líquido del callo secundario embriogénico: de 1 gr/l hemos obtenido 350 gr/l en 10 semanas.
- regeneración de embriones en medio líquido (equilibrio de reguladores de crecimiento, condiciones físico-químicas del medio).

Los resultados obtenidos nos han permitido entrar a otra etapa de la investigación, al nivel de cultivos celulares en medios líquidos, lo que nos permitirá en el futuro:

- una optimización y producción comercial de plantas de café
- inducción y creación de variabilidad genética por ingeniería genética.

Además de estos trabajos se han realizado varios estudios de histología de suma importancia para entender los fenómenos que ocurren en el cultivo de tejidos.

#### 6.3.3.3 Cultivo de ápices

Generalmente el cultivo de ápices, debido a su crecimiento lento, se utiliza para la conservación in vitro del material vegetal.

Se ha trabajado con este tipo de explante, con el fin de disponer de una metodología que permita la conservación in vitro de especies y variedades de café.

En el laboratorio del CATIE se ha logrado establecer la metodología utilizando directamente material vegetal del campo. Además se ha logrado regenerar plantas a partir del cultivo de ápices.

Mientras que los estudios de crío-conservación u otros procesos no estén terminados o bien establecidos, el cultivo de ápices puede ser una alternativa como las microestacas a mediano plazo para la conservación de recursos genéticos en café.

#### 6.3.4 CAPACITACION

- **Técnicos nacionales**

Para el establecimiento de los laboratorios ha sido necesario la capacitación de técnicos nacionales en esta técnica.

Se ha realizado capacitación en servicio de 3 meses para dos técnicos de cada país, tanto de los laboratorios establecidos, como en los otros países miembros.

- Guatemala, Honduras, Salvador = 2 por cada uno.
- Nicaragua, México = 2 por cada uno.
- República Dominicana = 1

- **Estudiantes**

Con el fin de apoyar la investigación y los resultados se han realizado dos tesis de maestrías en el CATIE.

- Estudio heterológico de la micro injertación de *Coffea Arabica* sobre *Coffea Canephora*
- Estudio histológico de la formación de raíces en plantas producidas in vitro.

El primero de los resultados obtenidos muestran que:

- no hay incompatibilidad entre el patrón (*C. Canephora*) y el injerto (*C. Canephora*),
- que la unión patrón/injerto se realiza muy temprano en condiciones in vitro (10 días),
- que hay una unión perfecta entre los sistemas vasculares del patrón y del injerto,
- que se han logrado más del 90% de éxito en la injertación,
- que la tecnología esta disponible para los países.

En el estudio histológico se concluyó que:

- el origen de la formación del primordio radical de las raíces adventicias (Floema y Cambium),
- el buen desarrollo y formación de dichas raíces,
- establecimiento de una buena conexión entre la raíz adventicia y el sistema vascular central de la planta,
- que la utilización de plantas con varias raíces adventicias es algo posible y viable.

## 6.4 Justificación y Perspectivas de la Biotecnología en Café en América Latina

Es evidente que la sostenibilidad de una agricultura moderna está muy ligada a la utilización de técnicas avanzadas. Hoy en día en cultivos anuales o perennes no se puede hablar de logros importantes sin hablar de biotecnología.

En los diez últimos años los grandes progresos realizados en biotecnología en general, y en cultivo in vitro en café, abren nuevas perspectivas y esperanzas, tanto para los investigadores como para los productores.

### 6.4.1 SITUACIÓN DE LA CAFICULTURA

El apareamiento de plagas y enfermedades endémicas como la Roya del Café (*Hemilia vastratrix*), han incrementado los costos fitosanitarios por el uso de agroquímicos, ocupando actualmente un 20% de los costos de producción y existiendo la posibilidad de aumentar en mayores costos ante la amenaza de otros parásitos potenciales: nemátodos, CBD, Cochinilla de raíces, etc.

En el Continente Americano, ante estas amenazas y sabiendo que *Coffea Arabica* dispone de una estrecha base genética en cuanto a fuentes de genes de resistencia a enfermedades y plagas, la tendencia actual, es recuperar a través de cruces intraespecíficos con "variedades" silvestres o espontáneas de *C. Arabica* (Etiopía) o interespecíficos, genes de resistencia a otros

parásitos creando híbridos con exigencias ecológicas y características agronómicas similares a las variedades comerciales actualmente cultivadas.

La creación de nuevas variedades comerciales para ser distribuidas a los productores por semilla, requiere 35 o más años de trabajo.

Frente a este plazo, tan largo y con el incremento rápido de la problemática de estos parásitos, el investigador se verá obligado a hacer una selección más precoz al nivel F<sup>1</sup> o F<sup>2</sup>.

La multiplicación vegetativa es el único procedimiento que permitirá reproducir a gran escala los genotipos excepcionales productos de cruces intra o interespecíficos, cuya fijación por vía tradicional (semilla), es difícil por diversas razones:

- Depuración genética larga y onerosa
- Pérdida de variabilidad genética
- Pérdida de vigor híbrido o efecto de heterosis
- Viabilidad corta de algunos híbridos

## **6.4.2 AVANCES Y LOGROS EN CULTIVOS IN VITRO EN LA REGIÓN**

### **6.4.2.1 Establecimiento de laboratorios**

Los países como Honduras, El Salvador, Guatemala y Costa Rica (CATIE), disponen de un laboratorio de cultivos de tejidos donde con la colaboración y asesoramiento de PROMECAFE/IRCC, y el apoyo financiero de USAID-ROCAP se han alcanzado logros muy significativos.

Se ha capacitado personal en las técnicas de cultivo de tejidos a nivel de Ingeniero Agrónomo o MsC.

Actualmente, dichos países disponen de un laboratorio totalmente equipado US\$32.000 (equipo, productos y materiales) capaz de apoyar a los programas de mejoramiento y producir mediante microestacas gran cantidad de plantas.

El volumen de plantas producido dependerá del espacio de la cámara de crecimiento y el número de personal asignado al laboratorio además del responsable. El buen funcionamiento de los laboratorios depende únicamente del interés y de la voluntad de las instituciones nacionales. Por ejemplo, en 1988-89 se han capacitado dos técnicos de ANACAFE. Ninguno de los dos está trabajando actualmente en esta área.

### **6.4.2.2 Programa de Trabajo**

#### **6.4.2.2.1 Objetivos generales**

El programa de trabajo debe enfocarse hacia tres actividades:

- Multiplicación de híbridos F<sub>1</sub> o F<sub>2</sub> seleccionados por los programas de mejoramiento.
- Conservación in vitro de recursos genéticos: variedades y especies.
- Intercambio de material genético

#### 6.4.2.2.2 Objetivos Específicos

En relación con el programa de fitomejoramiento, el Laboratorio de Cultivo de Tejidos, deberá realizar los siguientes trabajos:

- Multiplicación de híbridos de *C. Arabica* F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>, para:
  - ensayos regionales (estudio y selección)
  - multiplicación y producción de las mejores plantas seleccionadas

- Otras especies

Multiplicación y producción de patrones con énfasis a resistencia o tolerancia a nemátodos y enfermedades y plagas de las raíces.

- Establecer una red de intercambio de material genético entre países.

#### 6.4.2.2.3 Estrategias

Para alcanzar los objetivos definidos se deberán seguir los siguientes pasos:

- Constitución de un banco de germoplasma in vitro de las mejores plantas seleccionadas por el programa de fitomejoramiento, mediante microestacas y embriogénesis somática.
- Multiplicar y producir patrones de *C. Canephora* con resistencia o tolerancia a nemátodos u otras especies.
- Seguir la investigación por la transferencia y adaptación de la metodología de la embriogénesis somática.
- Introducir clones diferenciales de Roya y otras especies de utilidad.
- Mantener un intercambio de materiales e información entre los laboratorios de la región.

#### 6.4.2.2.4 Necesidades para los laboratorios

- Personal que debe tener la institución contraparte: un responsable a nivel de Ingeniero Agrónomo o Master y un asistente de laboratorio.
- Presupuesto para materiales y productos por año

Reactivos químicos	US\$	2,500.00
Cristalería y materiales		2,000.00
Insumos y materiales locales		300.00
Otros		<u>700.00</u>
Total	US\$	5,500.00

### 6.4.3 RED DE BIOTECNOLOGIA EN CAFE

Dicha tecnología ha despertado un gran interés en la región. Otros países como Nicaragua y Costa Rica están interesados en iniciarse en esta área.

Esto sería de suma importancia para la caficultura centroamericana ya que permitiría reforzar los lazos entre los diferentes países. El establecimiento de laboratorios en Costa Rica y Nicaragua permitiría implantar la primera Red de Biotecnología del Café permitiendo, además del apoyo a los programas de investigación en mejoramiento genético, un intercambio de recursos genéticos y otros materiales seleccionados.

### 6.4.4 PERSPECTIVAS

#### 6.4.4.1 Nuevos Enfoques en Mejoramiento Genético

Como se ha mencionado anteriormente, los programas de mejoramiento deben plantear nuevos enfoques para aumentar la sostenibilidad de la caficultura moderna.

Algunos países como Kenya lo decidieron hace varios años y actualmente están trabajando con híbridos  $F_1$  o  $F_2$  que se obtuvieron después de 15 años de trabajo. Pero ellos no disponen aparentemente de una metodología y un potencial para reproducirlos asexualmente.

Los trabajos y programas realizados a través de PROMECAFE en los países con el apoyo de USAID-ROCAP han permitido hacer un paso adelante muy prometedor, pues los resultados obtenidos demuestran que la metodología no afecta la planta. Se ha demostrado tanto a nivel del laboratorio (tesis) como a nivel de campo, que el sistema radical de la microestaca es tan funcional como la planta de donde proviene la semilla.

Es importante resaltar además, que desde 1979 a través de una red de trabajo, PROMECAFE ha obtenido logros importantes para la caficultura de la región.

- capacitando personal en mejoramiento y cultivos de tejidos.
- dinamizando una red de intercambio entre instituciones e investigadores dentro de la región y fuera de ella.

Debido a esto es muy importante aprovechar estos esfuerzos en general y los resultados de la biotecnología en particular, para dar nuevos enfoques al mejoramiento con el fin de obtener a corto y mediano plazo, nuevas variedades de café.

#### **6.4.4.1.1 A corto plazo**

- Evaluación y producción de patrones resistentes o tolerantes a plagas de raíces.
- multiplicación y producción de nuevas fuentes de diversidad genética a través de un programa de hibridación intra e interespecífico ( $F_1$  o  $F_2$ ).
- conservación de material genético.

#### **6.4.4.1.2 Mediano Plazo**

Creación y evaluación de nuevos híbridos con resistencia a la Roya Nemátodos, BCD y Cochinillas de raíces.

- obtención y utilización de haploides para la creación de nuevas líneas (cultivos in vitro)
- utilización de la biotecnología (cultivos celulares, transformación genética) para la creación de variabilidad genética.

# ANEXO 1

## DESCRIPCION DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO C.F. 01-MG-402-6-87

### NOMBRE DEL EXPERIMENTO: EVALUACION DE RETROCRUCES DE *Coffea arabica* REPRODUCIDOS ASEXUALMENTE POR CULTIVO DE TEJIDOS

Número en Experimento	No Introducción Turrialba	Generación	Descripción	Designación
1	CR179 17995	F1	T-8664 (4-4) x Catuai	Catimor x Catuai
2	CR171 17792	F1	T-8663 (1-5) x H-33	Catimor x Híbrido Tico
3	CR172 17793	F1	T-8660 (3-4) x Catuai	Catimor x Catuai
4	No tiene	F1	T-8667 ( ) x Catuai	Catimor x Catuai
5	CR174 17791	F1	T-8664 (2-3) x Mundo Novo	Catimor x M.Novo
6	CR127 17570	F1	H-689-7963/124x3205/9	Catimor x Catuai Amarillo
7	CR129 16252	F1	H-691-7962/100xs3205/9	Catimor x Catuai Amarillo
8	CR132 16253	F1	H-696-7963/111 x 3204/5	Catimor x Catuai Rojo
9	CR133 16260	F1	H-697-7963/25x32x3205/9	Catimor x Catuai Amarillo
10	CR134 16250	F1	H-700-8825/159x7963-137	Catuai Amarillo x Catimor
11	CR135 16238	F1	H-703-8232/243x7963/137	C.Rojo x Catimor
12	CR073	Semillas	-----	Catuai Regional
13	CR167	-----	-----	Catuai Regional
14	CR168	-----	-----	Villa Sarchi

Fecha de establecimiento: junio de 1987

Distancia de siembra: entre hileras: 1,80 metros

entre plantas: 0,87 metros

## ANEXO 2

### MEJORAMIENTO GENETICO DEL CAFETO REGISTRO DE PRODUCCION (FRUTA) ANUAL EVALUACION DE RETROCRUCES DE CAFE ARABICA DE REPRODUCCION ASEJUALMENTE POR CULTIVO DE TEJIDOS CF-01-MG-401-02-86

No.	No. Turrialba	Introducción Costa Rica	Trat.F	1988/89	1989/90	1990/91	Promedio	Total	Prom. FA/HA	Porcentaje Testigo	Efecto
1	T16250	CR134	10	11129,0	20789,0	15826,8	15914,6	47743,2	61,7	118,2	a
2	T16252	CR129	7	8316,0	21751,8	17475,8	15844,9	47534,7	61,4	117,6	a
3	T17792	CR171	2	8316,0	19377,7	17370,0	15019,1	45057,3	58,2	111,5	ab
4	T16253	CR132	8	8703,0	20890,0	14673,3	14761,0	44283,0	57,2	109,6	ab
5	T	CR175	4	8574,0	19847,4	15808,7	14735,2	44205,6	57,2	109,4	ab
6	-----	CR167	13	8355,0	22683,5	12864,3	14632,0	43896,0	57,1	108,6	ab
7	T16238	CR135	11	8735,0	19447,4	14564,9	14244,9	42734,7	56,7	105,7	abc
8	T17570	CR127	6	9993,0	16675,8	14637,2	13780,4	41341,2	55,2	102,3	abc
9	-----	CR073	12	2342,0	23217,6	14848,8	13470,7	40412,1	53,4	100,0	abc
10	-----	CR168	14	6277,0	23591,8	10379,2	13419,1	40257,3	52,2	99,6	abc
11	T17791	CR174	5	7426,0	18668,1	14123,6	13419,1	40257,3	52,0	99,6	abc
12	T16260	CR133	9	7451,0	15130,1	16110,7	12903,0	38709,0	50,0	95,8	bc
13	T17995	CR179	2	7251,0	20477,1	10306,9	12670,7	38012,1	49,1	94,1	bc
14	T17793	CR172	3	7226,0	18596,0	9581,8	11793,3	35380,0	45,7	87,5	c
		cv		21,5	19,7						

## ANEXO 3

### DESCRIPCION DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO C.F. 01-MG-402-6-86

#### NOMBRE DEL EXPERIMENTO:      EVALUACION DE RETROCRUCES DE *Coffea arabica* REPRODUCIDOS ASEXUALMENTE POR CULTIVO DE TEJIDOS

Número en Experimento	No. Intr. Turrialba	Generación	Descripción	Designación
1 CR124	16242	Clon F1	H-677-CIFC 7962/65 x 3204/7	Catimor x Catuai Rojo
2 CR125	16235	Clon F1	H-678-CIFC 7963/65 x 3205/9	Catimor x Catuai Rojo
3 CR128	16248	Clon F1	H-690-CIFC 7962/84 x 3204/5	Catimor x Catuai Rojo
4 CR130	17243	Clon F1	H-693-CIFC 2482/19-6 x 7963/137	Catuai Amarillo x Catimor
5 CR169	17585	Clon F1		T-8660 (3-4) x Caturra
6 CR170	17586	Clon F1		T-8663 (2-1) x Catuai
7 CR165	16631	Semilla F5	H.W. 26/5-3-45-88	Poblacion 4 de Portugal
8 CR179	T-5151	Clon		Caturra x Híbrido de Timor
9 CR073	17914	Semilla		Catuai Amarillo

Fecha de establecimiento: junio de 1986

Distancia de siembra:      entre hileras: 1,90 metros

entre plantas: 0,90 metros

# ANEXO 4

## MEJORAMIENTO GENETICO DEL CAFETO REGISTRO DE PRODUCCION (FRUTA) ANUAL EVALUACION DE RETROCUCES DE CAFE ARABICA DE REPRODUCCION ASEXUALMENTE POR CULTIVO DE TEJIDOS CF-01-MG-401-02-86

Número Turrialba	Número Introducción Costa Rica	Trat. F.	Kilogramos Fruta/ha							Total	Promedio	Prom. Porcentaje FA/HA	Porcentaje Testigo	Efecto	Porcentaje Relativo
			1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1990/91	1990/91	1990/91						
1	T16242	CR124	1	5842,0	29914,0	3388,3	19264,2	58424,8	14606,2	56,2	109,1	a	110,3		
2	T17586	CR170	6	3520,0	32794,0	2482,5	17351,9	56153,8	14038,5	54,4	104,8	a	106,0		
3	T5159	CR179	8	4077,0	27112,0	4214,1	19279,6	54708,7	13677,2	53,0	102,1	ab	103,3		
4	T16248	CR128	3	2410,0	29181,0	2936,7	20077,1	54605,8	13651,4	52,9	101,9	ab	103,1		
5	T17914	CRO73	9	676,0	26492,0	3987,0	22448,6	53573,6	13393,3	51,9	100,0	ab	101,2		
6	T17243	CR130	4	3009,0	27504,0	4616,7	17628,1	52747,8	13186,9	51,1	98,4	ab	99,6		
7	T16235	CR125	2	6132,0	25300,0	3594,8	17117,1	52128,0	13032,0	50,5	97,3	ab	98,4		
8	T17585	CR169	5	5445,0	28402,0	2438,7	10918,5	47173,4	11793,3	45,7	88,0	b	89,1		
9	T16631	CR165	7	1388,0	28289,0	4353,5	14913,3	46863,7	11715,9	45,4	87,5	b	88,5		
			cv	31,56	12,97	7638,0									



## 7. BASE DE DATOS



La disponibilidad de información bibliográfica ha estado limitada a bibliotecas centrales de las instituciones o universidades, lo que se refleja en la ausencia de revisiones de literatura en los trabajos presentados en Seminarios, Talleres y Simposios.

En PROMECAFE, se le ha dado mucha importancia a la solución de este problema, por medio de bibliografías de temas específicos, boletines informativos periódicos de documentos recibidos en la Biblioteca Orton de Turrialba y recientemente a través de la creación del Sistema Regional de Documentación en Café que ha sido denominado "REDCAFE". Esta red funciona a través de una base computarizada que contiene 12711 citas bibliográficas existentes en la Biblioteca Orton en Turrialba, Costa Rica, así como las existentes en cada uno de los Centros Nacionales de Documentación en Café que funcionan en cada país miembro. Este sistema permite al usuario hacer búsquedas por temas específicos, logrando obtener al corto tiempo resúmenes de los trabajos de investigación. Posteriormente tiene acceso a los documentos completos, los cuales se envían por correo, cuando no existen en el Centro de Documentación de Consulta.

REDCAFE, publica también un boletín bibliográfico trimestral, que contiene las nuevas adquisiciones de la Biblioteca Orton o de la Base Central; el cual se distribuye a los principales centros de Documentación en Café, a nivel mundial.

En general, 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 que llega 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.**

**En términos de capacitación, se dió adiestramiento al personal encargado de los Centros de Documentación en los países miembros en las áreas de bibliografía, ordenamiento y archivo de documentos, manejo de la base de datos, el uso del computador, no sólo para realizar búsquedas, sino para catalogar e indexar la información de su propio centro. Esto hizo posible la creación de la Red de Información Bibliográfica, la cual se pretende ampliar a otros países como Colombia, Brasil, Francia.**

## 8. DESARROLLO, ADAPTACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA APROPIADA



### 8.1 Marco de Referencia

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 para la generación, adaptación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos caficultores.

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 tecnológica**, entendida como el proceso de investigación para obtener conocimientos nuevos o mejorados que originan bienes y servicios que se incorporan a la tecnología de los usuarios. Además, las prácticas adecuadas a los diferentes sistemas de producción. Dos aspectos complementan la investigación: la validación y la adaptabilidad, la cual es generada e importada; segundo, la acumulación de los conocimientos que poseen los productores sobre la producción agropecuaria cuyo producto se denomina tecnología.

**La transferencia, 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.**

Incluye además, la capacitación a técnicos y usuarios, el manejo de las estrategias e instrumentos para la implementación de la tecnología y las técnicas necesarias para promover el diálogo permanente entre técnicos y productores, que permite 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<sup>1</sup>. (Gráfica 7)**

Al hacer referencia al proceso de generación-transferencia de tecnología para pequeños, medianos y grandes productores, se está indicando que hay diferencias de tipo social, económico, cultural, tecnológico, etc. entre cada uno de los estratos mencionados.

Esta situación determina obligadamente enfoques y formas para la generación y transferencia de tecnología, acordes con las características de cada uno de ellos.

Como lo indican diferentes autores y la experiencia, el pequeño productor por sus características, enfrenta su situación de manera que predomina el interés por su subsistencia y la seguridad sobre la ganancia, lo cual explica el porqué necesita un ingreso constante para sus necesidades. Sus decisiones entonces son tomadas considerando más sus entradas brutas que la relación costo/beneficio.

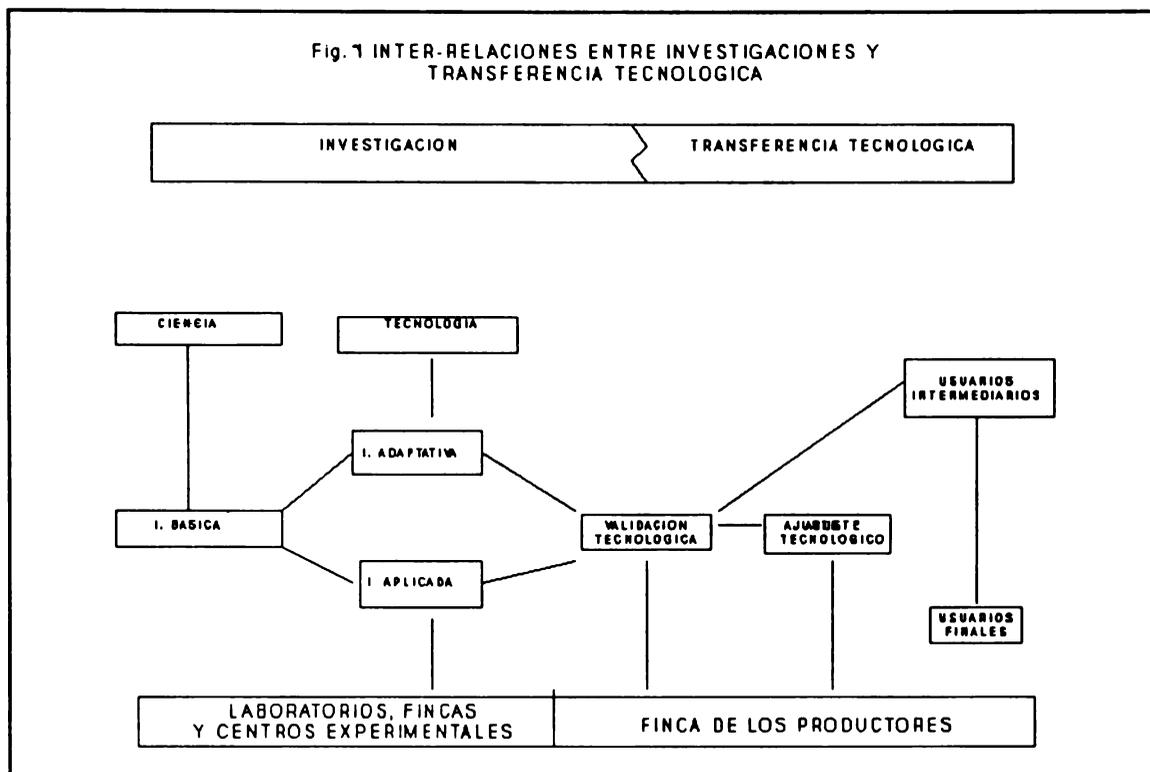
Su demanda de tecnología difiere a la de los otros estratos de productores, lo cual necesariamente lleva implícito que la oferta tecnológica también deba serlo. Esta generalmente debe ser de bajo costo y con pocos insumos, asociada al mejoramiento de su capacidad de combinar y administrar los recursos de que dispone y manejarlos con mayor eficiencia.

Lo mismo se debe considerar en el proceso de transferencia a éstos, la cual debe procurar su participación y la motivación para trabajar juntos en la solución de sus problemas.

La tecnología a generar y transferir en estos grupos deberá partir del conocimiento de su propia tecnología; investigar y adaptar la tecnología para lograr mayor eficiencia en la incorporación de ésta en sus procesos productivos. Evitar la generación de tecnologías sofisticadas que exigen demasiado capital e insumos químicos; buscar métodos y mecanismos de gestión a nivel de sus organizaciones formales e informales antes que a nivel individual; procurar que el proceso de toma de decisiones se realice dentro de estas asociaciones, así como el análisis conjunto del proceso de producción y la generación de acciones de carácter grupal.

---

<sup>1</sup> Conceptos tomados del documento Marco de Referencia para el Plan de Transferencia de Tecnología. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia, 1983.



La generación, transferencia y adopción de tecnología para los pequeños productores debe ser un proceso integral e interactuante, aunando los esfuerzos de investigadores, extensionistas y productores en un proceso participativo.

## 8.2 Objetivos

### 8.2.1 GENERALES

- Desarrollar una metodología para generar, adaptar y transferir tecnología adecuada a las necesidades y posibilidades del caficultor en los países miembros de PROMECAFE.
- 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.

## **8.2.2 ESPECÍFICOS**

### **8.2.2.1 Definir el procedimiento a seguir para:**

- **Analizar el sistema de producción de café en función del medio físico y socio-económico en que opera.**
- **Identificar las causas que restringen el proceso productivo.**
- **Diseñar y probar las opciones tecnológicas requeridas para corregir las causas de restricción.**
- **Transferir al caficultor las opciones tecnológicas diseñadas.**
- **Evaluar la adopción de las opciones tecnológicas transferidas.**

### **8.2.2.2 Determinar los componentes y la estructura de las unidades operativas requeridas para aplicar la metodología desarrollada.**

### **8.2.2.3 Determinar el sistema de análisis para evaluar la efectividad de la metodología desarrollada.**

## **8.3 Productos**

Los términos de referencia del Convenio con AID/ROCAP establece los siguientes productos para el Proyecto:

- 8.3.1 Una publicación sobre la Metodología de Grupos de Amistad y Trabajo para la transferencia de tecnología, para los extensionistas de las instituciones cafetaleras de los países.**
- 8.3.2 Producción y distribución de materiales para el trabajo de extensión: boletines y manuales técnico/divulgativo, programas radiofónico y material A/V.**
- 8.3.3 Informes y publicaciones técnicas relacionadas con las actividades del Proyecto.**
- 8.3.4 Capacitación a los técnicos de las instituciones cafetaleras participantes, a través de talleres, cursos, seminarios, etc, sobre generación y transferencia de tecnología apropiada para pequeños productores.**
- 8.3.5 Adiestramiento, a través de los extensionistas nacionales, de aproximadamente 15,000 técnicos en el manejo de paquetes tecnológicos para la producción de café.**

## 8.4 Estrategia

- 8.4.1 Integración del equipo de trabajo con técnicos de investigación, asistencia técnica y de socio-economía (multidisciplinario).
- 8.4.2 Motivación y capacitación del equipo de trabajo y de los elementos de base (caficultores seleccionados).
- 8.4.3 Desarrollo de la actividad en "Áreas Piloto".

## 8.5 Fases Metodológicas

Fase I Diseño y montaje de la Metodología.

Fase II Diagnóstico: Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo del Café: CSPC.

Fase III Ordenamiento de los Problemas en el Diagnóstico de acuerdo a las prioridades, para su solución vía la investigación y/o validación y su incorporación a la Tecnología en Café a Difundir y Transferir a los Productores.

Fase IV Diseño y Ejecución de los Planes de Transferencia de Tecnología Apropriada en Café a los Caficultores.

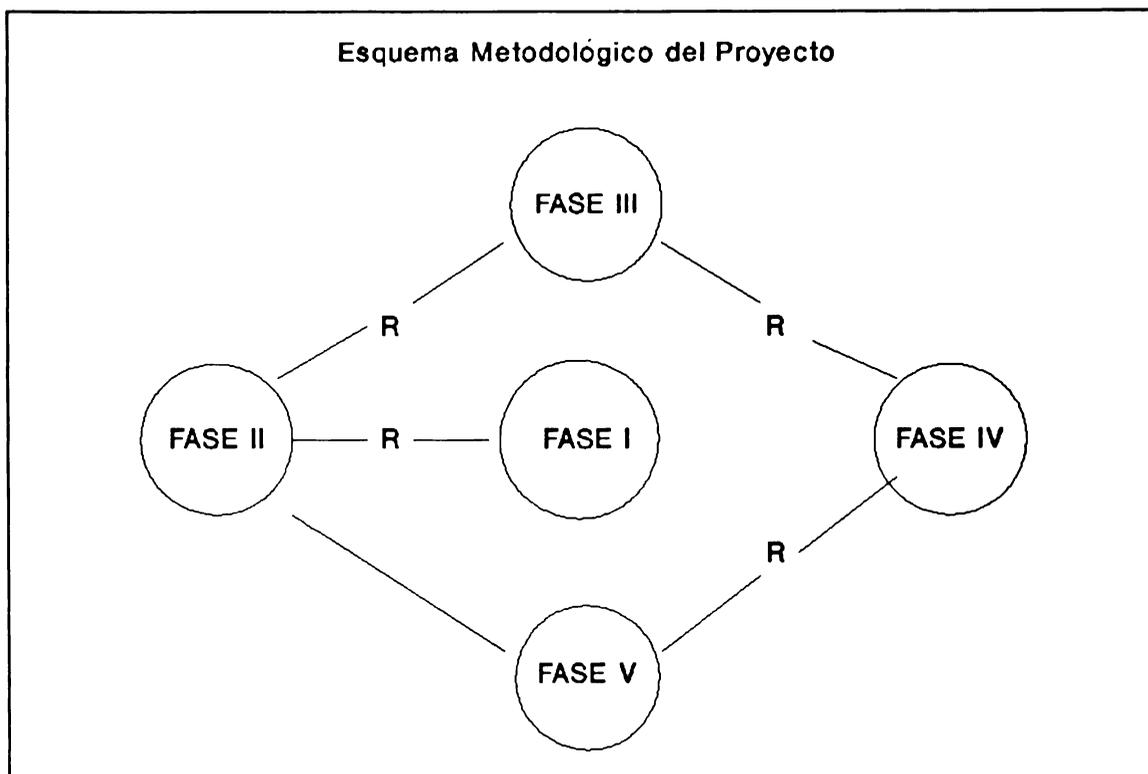
Fase V Evaluación de la Metodología.

Entre cada fase debe haber retroalimentación para hacer los cambios y/o ajuste requeridos en el momento que se requieran, esto es la evaluación en marcha.

## 8.6 Metodología de Transferencia de Tecnología GAT.

En forma resumida los pasos que se siguen para la metodología de trabajo con grupos de Amistad y Trabajo (GAT) para la transferencia de tecnología son los siguientes:

- **Reconocimiento del área cafetalera:** Siguiendo la metodología definida para su realización, (caracterización del sistema de producción de café. (CSPC), se obtiene información valiosa para los propósitos del Programa: Infraestructura de acceso a las comunidades, densidad y distribución de los caficultores y del área cultivada, potencial de producción del área, condiciones socio-económicas de la comunidad, estructura social, liderazgo, instituciones en el área, etc.
- **Reuniones de Motivación:** Estas reuniones producen la comunicación directa del técnico con grupos de pequeños caficultores. Aquí se les informa los objetivos del Proyecto y del sistema de capacitación grupal. En estas reuniones, generalmente, se descubre a los caficultores progresistas, deseosos de iniciar cambios tecnológicos en sus pequeñas parcelas.



- Integración de grupos: Concluida la primera etapa de motivación, se procede a integrar los grupos en un número de 10 a 20 personas. Para esto, se hace un análisis de la información recabada (nombres, área cultivada con café, producción, nivel educacional, etc.)

Se incluyen como integrantes, aquellas personas que manifestaron mayor interés durante las reuniones. También tiene mucha importancia la selección del coordinador o guía del grupo en que la mayoría de casos son aquellos que muestran mayor interés en el programa y que denotan características de liderazgo democrático.

En la capacitación, se utilizan medios de enseñanza simples y prácticos que permitan introducir objetivamente una práctica y se desarrolla en alto porcentaje en las "Unidades demostrativas", las cuales se instalan en lugares estratégicos para que la mayoría de caficultores de determinada comunidad, puedan observarla fácilmente.

## 8.7 Resultados

A continuación se presentan en forma resumida los resultados alcanzados del Proyecto.

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, Fases I y II consistió en establecer perfiles de los productores en sus aspectos socio-económicos y de sus plantaciones en los aspectos tecnológicos. Tanto en El Salvador como en Honduras, Guatemala y Nicaragua, los técnicos locales participaron en la caracterización, que contempla información específica sobre las condiciones naturales, niveles tecnológicos, condiciones socio-económicas, comercialización y mercadeo.

El análisis de las mismas se hizo conjuntamente con investigadores y extensionistas, con el propósito de buscar opciones tecnológicas apropiadas para los caficultores de cada área.

El paso siguiente (Fases III y IV), fue validar y probar en el campo estas opciones. En general, se desarrollaron opciones dependiendo fundamentalmente de los recursos del productor.

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 otros programas de crédito para pequeños productores, el paquete tecnológico usado ha sido mucho más sofisticado y también más costoso.

#### **8.7.1 PRINCIPALES LOGROS Y/O RESULTADOS:**

- El desarrollo y consolidación de una metodología para la generación, validación y transferencia de tecnología en café para pequeños y medianos productores, en los países de PROMECAFE.
- Integración, ordenamiento y sistematización de las actividades de investigación, extensión y transferencia de tecnología en las instituciones cafetaleras nacionales.
- Generación e implementación de tecnología (opciones tecnológicas), adecuadas a las características y condiciones de los pequeños y medianos productores.
- Generación e implementación de acciones de investigación y de demostración para estos caficultores.
- Reordenamiento de las unidades operativas de las instituciones cafetaleras para la implementación de la metodología.
- Organización de los caficultores para lograr una mayor y más eficiente asistencia técnica y manejo del cultivo.
- Conocimiento y manejo de la Metodología de Grupos de Amistad y Trabajo -GAT-, generada por PROMECAFE por un número significativo de técnicos de las instituciones cafetaleras de los países.
- Una publicación sobre la Metodología GAT para la transferencia de tecnología, para el uso de las Instituciones cafetaleras de los países de PROMECAFE. (Producto dentro del Convenio AID/ROCAP).
- Mejoramiento e incremento en la cobertura de la asistencia técnica a los caficultores.

- Capacidad en las instituciones cafetaleras nacionales para extrapolar la metodología a otras áreas.
- Producción y disseminación de boletines, manuales, plegables, A/V y programas radiofónicos. (Producto dentro del Convenio AID/ROCAP).
- Producción y disseminación de Informes, memorias y otro tipo de publicaciones técnicas, relacionadas con el Proyecto. (Producto dentro del Convenio AID/ROCAP).
- Capacitación de un número significativo de técnicos de las instituciones cafetaleras en los fundamentos e implementación de la Metodología del Proyecto, así como en otras disciplinas como Economía Agrícola, Comunicación, Sociología, Administración de Empresas, Caficultura Moderna, etc. (Producto dentro del Convenio AID/ROCAP).
- Capacitación en un amplio número, aproximadamente 18 a 20 mil pequeños y medianos caficultores de los países de la región, a través de los técnicos y las publicaciones generadas por el Proyecto. (Producto dentro del Convenio AID/ROCAP).

## 8.8 Honduras

En este país la institución ejecutora es el Instituto Hondureño del Café -IHCAFE-; iniciándose en la Regional 5 de Comayagua, ampliándose a las de Olancho (7) y Central (9), a partir de 1989.

Los resultados se refieren principalmente a la Regional de Comayagua, debido a que a la fecha en las otras dos Regionales se está en proceso de organización de GAT, estableciendo viveros y semilleros grupales, así como algunas parcelas demostrativas y de investigación; dando capacitación a los técnicos y productores participantes en el proceso.

La "Zona Piloto" del proyecto incluye siete (7) municipios cafetaleros, ocupando una extensión de 2.761.3 km<sup>2</sup>, en las cuales existen 15,289.75 mz cultivadas con café. De éstas 2,223.75 mz, (el 15%) corresponden a las fincas de los productores incluidos en la muestra (N = 340); correspondiendo 180 pequeños (menos de 1 mz a 9.99 mz); medianos 125 (de 10-49.9 mz) y 35 grandes (50 mz en adelante).

La Regional Central incluye 16 municipios con 10.803 mz. cultivadas con café, de las cuales 559 mz (el 5%) corresponden a las fincas de los 117 pequeños y medianos productores del Proyecto.

Olancho incluye (5) cinco municipios; hay 14.516 mz, cultivadas de café por los caficultores participantes en el proceso.

La caracterización del sistema de producción del cultivo, (CSPC), arrojó los siguientes resultados para los estratos de pequeños y medianos caficultores del Proyecto en las 3 Regionales:

La producción promedio encontrada fué de 5 y 6 qq/mz respectivamente para cada uno de los estratos; la mayoría no hace semilleros ni viveros, no desinfectan, no usan semilla certificada,

no hacen control de plagas ni enfermedades en estas etapas, es mínimo el incremento de áreas nuevas cultivadas.

En cafetales establecidos hay poco uso de variedades mejoradas, no existen sistemas de siembra con trazo definido, bajo control de plagas y enfermedades, poco uso de sistemas de poda tanto de la plnata como de la sombra.

La generalidad de los productores no cuentan con adecuada y oportuna asistencia técnica; existen problemas de vías de comunicación, mercadeo y comercialización del producto.

Alto grado de analfabetismo, con problemas de salud, vivienda y educación; poco uso de los medios de comunicación (radio, prensa, etc.) y dificultad de acceso a los mismos.

De acuerdo con la Metodología, se procedió a establecer las opciones tecnológicas a validar, (0.25 a 1.00 mz), tomando como base la disponibilidad de recursos propios de los productores y las recomendaciones tecnológicas mínimas necesarias para llevarlos al cuarto año a producciones de 1 qq oro/mz para los pequeños y 18 qq oro/mz para los medianos.

Esta actividad es acompañada de una plan de trabajo que incluye acciones de educación no formal (charlas, giras, demostraciones, etc.) producción y distribución de material didáctico (plegables, manuales, programas radiofónicos, etc.) Los eventos se realizan en las parcelas demostrativas establecidas, que sirven de "escuela" para los grupos de productores, así como también los ensayos de investigación que se llevan dentro del área del Proyecto.

La transferencia de tecnología se realiza a través de los Grupos de Amistad y Trabajo (GAT), esta actividad se realiza con la participación de los productores y los técnicos.

En Comayagua se tienen establecidas 94 parcelas en 34.75 mz, de las cuales 28 (19 mz) corresponden a las opciones tecnológicas para pequeños y medianos productores a validar y 10 en igual número de manzanas de las denominadas "opciones intermedias" (establecidas a partir de 1987) que incluyen cambio de variedad; 46 parcelas demostrativas sobre diferentes aspectos del cultivo (poda, roya/broca, conservación de suelos, trazo, fertilización, etc.) y 12 ensayos de investigación.

Se tienen establecidos viveros grupales, en los cuales se han producido más de 1 millón de plantas, distribuidas entre los miembros de los GAT's y los sobrantes vendidas a otros productores. Con estos dineros han creado fondos comunales para beneficio de los grupos.

Los resultados de la cosecha 1989/90, muestran producciones en algunas de las opciones de 17 qq-oro/mz (La Cooperativa), 30.5 qq oro/mz (Tepanguare), 22 qq oro/mz (Quebrada Amarilla), muy superiores al promedio encontrado al inicio del Proyecto (1983), de 5 qq oro/mz, y al proyectado de 9-12 qq oro/mz.

En la Regional Central se establecieron 6 parcelas demostrativas en 2.5 mz y cuatro semilleros y viveros comunales con 12.000 plantas.

En Olancho, se tienen establecidas 19 parcelas demostrativas (Conservación de Suelos, Roya/Broca, fertilización, poda), en 11.00 mz, una parcela de Investigación en 1.00 mz, y dos parcelas de validación en igual número de manzanas.

En cuanto a la transferencia de tecnología realizada a través de la metodología grupal (GAT), en Comayagua se tienen organizados 87 grupos de A y T, que incluyen aproximadamente 2,000 pequeños y medianos caficultores. En la Regional Central, 41 con 919 miembros y en Olancho 46 grupos con 750 productores, para un gran total de 174 GAT's con más de 3 mil caficultores atendidos dentro de esta modalidad.

Tanto para las actividades Agronómicas del cultivo, como con los GAT's se llevan registros.

La capacitación en los GAT se han realizado más de 1.000 actividades de capacitación, entre cursos, charlas, giras, demostraciones, talleres, etc. en los cuales han participado cerca de 9 a 10 mil productores, siendo la Regional de Comayagua la de mayor participación. Esta capacitación ha sido acompañada de material impreso que se distribuyó a los participantes.

Los técnicos del Proyecto han recibido igualmente capacitación y adiestramiento permanente, en el transcurso de los años, tanto a nivel nacional como regional, en seminarios, cursos; talleres, giras educativas, sobre diferentes temas: Caficultura Moderna, Transferencia de Tecnología, Administración de fincas, Economía, Comunicación, Sociología, etc. así como en presentaciones de los avances del Proyecto en diferentes foros nacionales y regionales.

En total han habido aproximadamente 300 participaciones de los técnicos en esta actividad (la mayoría han repetido varias veces/eventos); la cual ha tenido un ámbito tanto nacional como regional. Las modalidades educativas han sido talleres, seminarios, cursos, reuniones, giras, entrenamiento en servicio, etc. En todos los casos, se les ha repartido material impreso sobre los temas impartidos: memorias y material complementario.

También algunos de los técnicos han colaborado en la capacitación de otros, tanto del país como de los países de la Región, principalmente en los temas relacionados con la Metodología del Proyecto.

En cuanto al material educativo, (impreso, A/V y radiofónico), se ha logrado producir y distribuir a técnicos, productores y público en general, cerca de 3.700 ejemplares de diferentes documentos, (memorias, plegables, boletines, sonovisos, programas de radio, hojas divulgativas), preparados por los técnicos, el responsable del Proyecto por parte de PROMECAFE y los especialistas del mismo.

## **8.9 El Salvador**

La institución ejecutora del Proyecto es el Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café- ISIC. La "Zona Piloto" está ubicada en el Departamento de La Libertad e incluye cinco (5) municipios; ocupan un área total de 7.908 mz, de las cuales 4.063 mz, están cultivadas con café en 849 fincas, siendo 167 las que conformaron la muestra para el proyecto.

Su distribución por estratos es la siguiente: pequeños productores (hasta 9.99 mz) 98 fincas en un área de 423 mz, medianos (10-49.99 mz) 44 fincas en 877.5 mz y grandes (50 mz en adelante), 25 fincas en 2.762 mz, (N = 167).

La CSPC realizada en los Municipios que conforman la muestra arrojó resultados similares a los encontrados en Honduras, con algunas pequeñas diferencias como por ejemplo la producción promedio que fué de 8 qq/mz, para los pequeños y 14 qq/mz, para los medianos. La mayoría de los productores realiza en los semilleros y viveros las labores requeridas: fertilización y control de plagas y enfermedades.

Hay cierto nivel organizativo y un nivel de analfabetismo no muy elevado; hacen uso de los medios especialmente la radio y las publicaciones del ISIC.

Se procedió al establecimiento de las opciones tecnológicas a validar, en este caso para lograr producciones al término de los 4 años de 17 qq/mz para los pequeños caficultores y 24 qq/mz los medianos. Como también las de investigación y las demostrativas; el plan de implementación de acciones de extensión (días de campo, demostraciones, etc.) y se elaboraron los registros.

Se establecieron 10 parcelas para las opciones tecnológicas, cinco para cada estrato (pequeños y medianos), en igual número de manzanas. Cuatro demostrativas sobre poda de café, en 3.75 mz, sobre poda y nuevas variedades y, 4 ensayos de investigación en 1.75 mz, roya y fertilización con diferentes dosis y nuevas variedades.

Los resultados de la última cosecha, 1989/90 para las opciones tecnológicas indican una producción entre 12 y 15 qq/mz, para los pequeños y entre 22 y 26 qq/mz, para los medianos productores. Si bien se han logrado producciones que superan a las encontradas al inicio del Proyecto, en otros casos no se lograron, debido a la situación de crisis en este país que ha impedido dar seguimiento y atención a las parcelas, de conformidad como se tenía establecido en el mismo.

Las parcelas de investigación sobre fertilización han mostrado resultados de producción de los tratamientos superiores a los testigos. Las de control de Roya, el tratamiento de cobre Sandoz con dos aplicaciones presentó la mayor tasa de retorno marginal.

En cuanto al proceso de transferencia de tecnología este país, no ha logrado los resultados de Honduras y Guatemala, debido a la situación de orden social y al hecho de que a partir de 1986 los técnicos de extensión fueron trasladados al MAG, quedando el ISIC sin el recurso humano encargado de ejecutar el proceso.

Existen unos pocos GAT's que incluyen cerca de 100 productores, los cuales se han mantenido. La alternativa ha sido la capacitación a través de cursos y talleres que se realizan cada año con los caficultores y la asesoría de los técnicos del nivel central, complementada ésta con el diseño y producción de material impreso (boletines, Manuales, etc.), los que se distribuyen entre los productores de la zona del proyecto.

Se han realizado a la fecha, 16 cursos sobre Caficultura Moderna, Administración de fincas, en los que han participado más de 500 productores; cinco giras y tres días de campo, con más de 2 mil caficultores asistentes; cinco charlas sobre semilleros y uso de equipo aspersor. En total han participado en la capacitación dos mil quinientos productores, quienes recibieron material impreso sobre los temas impartidos.

Los técnicos han recibido capacitación a nivel nacional y regional en cursos, seminarios, talleres, giras en los campos relacionados con el Proyecto: Transferencia Tecnológica, Comunicación, Extensión, Administración Rural, etc.

Se han dado aproximadamente 400 participaciones de los técnicos en esta capacitación, recibiendo como complemento material impreso. Algunos de los técnicos han colaborado en la capacitación de otros dentro del país y de los países de la región, como también asesorando el montaje de la Metodología, en el caso del CNIC/MAG de Nicaragua.

En relación a la producción de material para apoyar el trabajo de extensión, se lograron producir y distribuir a profesionales y productores, manuales, boletines, memorias y documentos técnico/divulgativos en una cantidad aproximada a los tres mil ejemplares. Los técnicos del ISIC capacitados en producción radiofónica son partícipes de la serie radiofónica producida con el Proyecto IICA/RNTC, "De Pura Cepa".

## **8.10 Nicaragua**

Es el CENIC/MAG, Matagalpa, (antes MIDINRA), el organismo executor del Proyecto. El mismo se inició por primera vez en 1985, ejecutándose las Fases I y II de la Metodología. Debido a dificultades institucionales: movilización y deserción de los técnicos, falta de un mejor apoyo del nivel central hacia la región y la situación conflictiva del país, entre otras razones, impidieron la continuidad del proceso.

Se reinició a partir del segundo semestre de 1989, con la capacitación del equipo multidisciplinario en la fundamentación e implementación de la Metodología, participando también otros organismos del sector, la banca y la empresa privada.

Cabe indicar que la experiencia lograda en los otros países y en la propia de Nicaragua, en relación con la Metodología, permitió hacerle modificaciones, lo cual se tradujo en la reducción de los costos, tiempo y recursos.

La "Zona Piloto" incluye cuatro (4) municipios con 28 Comarcas en una superficie sembrada con café de 17.326 mz.

El número de productores comprendidos en la zona es de 1.707, de los cuales se incluyen en el Proyecto 232 (13.6%); corresponden de éstos: 165 al estrato de pequeños, 53 al de medianos y 14 al de grandes.

Los resultados de la CSPC en la zona indicaron una producción promedio de 5.5 qq-oro/mz en los pequeños y 11.5 qq-oro/mz en los medianos.

Los demás resultados presentan características similares a las de los dos países anteriormente mencionados, salvo que en niveles muchos más críticos, debido a la situación que ha vivido este país.

Los criterios considerados para la definición de las opciones fueron: a) bajos niveles de productividad, (pretendiendo llevar a 22 qq-oro/mz, los pequeños y 25 qq-oro/mz, los medianos); b) altos porcentajes de plantas falladas (plantas/mz); c) deficiencia de métodos

definidos para la poda; d) uso inadecuado de fórmulas y dosis en la fertilización Roya/Broca y cuatro parcelas de investigación de niveles de Boro.

Se iniciaron las reuniones de motivación para la conformación de los GAT's, la selección de líderes en cada zona, para lo cual se han realizado 7 días de campo, con la participación de unos 250 productores. Se prepararon los registros para las parcelas establecidas y los GAT's.

Los técnicos, en un número aproximado de 90 han participado en 30 eventos de capacitación, a nivel nacional y regional, sobre los temas indicados para los otros países.

## 8.11 Guatemala

La institución ejecutora es la Asociación Nacional del Café -ANACAFE-, entidad particular, constituida por los caficultores del país. El proyecto está siendo desarrollado por el Departamento de Asistencia y Cooperación Técnica de la Subgerencia de Asuntos Agrícolas.

Existen a nivel nacional 360 mil manzanas sembradas con café, cultivadas por cerca de 32 mil productores. De éstos, 4,500 son medianos y grandes que ocupan 301.644 manzanas y logran una producción de 3 millones y medio de qq/oro; los restantes 27 mil son pequeños, ubicados en casi 59 mil manzanas y una producción de 500 mil qq/oro.

Las principales variedades sembradas son: Arábigo, Bourbon, Catuaí, Caturra, Pacas, Paché y Catimores. Se tienen rendimientos desde 8 hasta 80 qq-pergamino/mz.

La metodología seguida es un tanto diferente a la de los países anteriores, específicamente en las dos primeras fases. Se inició en 1981, fecha en la cual la Junta Directiva de ANACAFE define dentro de su nueva política, la prioridad de atender al pequeño y mediano caficultor, optando como metodología la atención a grupos organizados denominados GAT's.

Se crearon siete Regiones y Subregiones para dar cobertura a todas las zonas cafetaleras.

Los logros alcanzados en los años de trabajo con la Metodología, se puede resumir en los siguientes: total de grupos organizados (GAT's) 343; número de integrantes 6.532; área cultivada con café (mz) 14.331; producción inicial en qq/pergamino 118,749; producción actual 208,309 qq/pergamino; total de incremento cosecha 89,560; total de área tecnificada (mz) 5,522.

En cuanto a la transferencia de tecnología los datos indican que a la fecha se tienen establecidas 832 parcelas demostrativas con un área tecnificada de 465 mz, se tiene 11.064 parcelas de irradiación de tecnología en 4.756 mz; realizadas 14.183 demostraciones de método; 3.334 charlas específicas; 843 giras de observación; 295 cursos de caficultura y producido más de 30 millones de plantas de almácigos de los GAT's.

Los resultados de la evaluación hecha a la Metodología de los GAT's, en 1986, mostraron la eficiencia de la misma, tanto en la parte tecnológica como en la socio-económica e institucional. También ofreció elementos para hacer algunos ajustes, que le permitieran mayor efectividad y eficiencia.

**Al igual que en los otros países, los técnicos han participado en actividades de capacitación, tanto nacional como regional, en más de 250 ocasiones sobre Caficultura Moderna, Comunicación, Sociología, Dinámica de Grupos, Diseño y Producción de Medios Masivos, Economía, Administración de Fincas, etc. Así mismo han colaborado como instructores en eventos de capacitación a nivel de los otros países.**

**En los demás países: México, Costa Rica, Panamá y República Dominicana, los técnicos han participado en los eventos de capacitación que cada año se realizan dentro del Proyecto y reciben las publicaciones en las cuales se presenta información de los avances del Proyecto.**

## 9 PUBLICACIONES

### BIBLIOGRAFIAS, INFORMES Y MEMORIAS

#### BIBLIOGRAFIA

- |                   |   |
|-------------------|---|
| Autor             | ECHEVERRI, Jorge H.   |
| Título            | <b>Bibliografía sobre café.</b> Turrialba, Costa Rica: Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura. IICA/CIDIA. 1982. 547 p. Documentación e Información Agrícola No. 111. ISSN-0301-438x                         |
| Número copias     | 300   |
| Fecha Publicación | 1982  |
| Otros Fondos      | IICA/CIDIA  |
| Autor             | IICA/PROMECAFE  |
| Título            | <b>Broca del Fruto del Cafeto (<i>Hemileia</i> spp).</b> Compilada por Laura Coto Royo. CIDIA/PROMECAFE. 1985. 151 p. Documentación e Información Agrícola No. 60. Suplemento 2 de la 3ra. ed. ISSN-0301-438x.                                  |
| Número copias     | 500   |
| Fecha Publicación | Junio, 1986   |
| Otros Fondos      | IICA/CIDIA  |
| Autor             | IICA/PROMECAFE  |
| Título            | <b>Broca del Fruto del Cafeto (<i>Hypothenemus hampei ferrari</i>.</b> Bibliografía parcialmente anotada. Compilada por Mayela Orozco de Yee, Ana María Arias de Guerrero. CIDIA. Documentación e Información Agrícola No. 137. ISSN-0301-438x. |
| Número copias     | 300   |
| Fecha Publicación | Septiembre 1985   |
| Otros Fondos      | IICA/CIDIA  |

## INFORMES

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Cuarto Informe de Actividades de PROMECAFE: 1981</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Febrero de 1982
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Quinto Informe Anual de Actividades de PROMECAFE: 1982</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Febrero 1983
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Sexto Informe Anual de Actividades de PROMECAFE: 1983</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Febrero 1984
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Informe Quinquenal de Actividades: 1978-1982. IICA: Serie de Publicaciones</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Octavo Informe de Actividades 1985. PROMECAFE 1986</b>
Número copias	50
Fecha Publicación	Marzo de 1986
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>PROMECAFE: Diez años de Labores 1978/1988. San José, Costa Rica. 1988</b>
Número copias	500
Fecha Publicación	Octubre, 1988
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Cuarta Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centro América y Panamá. 13 de marzo de 1981. Panamá, Panamá. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 231.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Marzo de 1982
Otros Fondos	Contrapartida Países

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Quinta Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura en México, Centro América y Panamá. 28-29 de enero, 1982. San José, Costa Rica. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 251.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Marzo de 1982
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Sexta Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura, PROMECAFE. 11-12 de octubre de 1982. Tegucigalpa, Honduras. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 231.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Enero 1983
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Séptima Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura, PROMECAFE. 17-18 de febrero de 1983. San José, Costa Rica. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 321. ISSN -0253-4746.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Abril de 1983
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Octava Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura, PROMECAFE. 26-27 de abril de 1984. Veracruz, México. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 339. ISSN -0253-4746.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Junio de 1984
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>III Reunión de Fitomejoramiento. Curso avanzado en fitomejoramiento. CATIE. Turrialba, Costa Rica: IICA/PROMECAFE. 1982. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 302. ISSN-0253-4746</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1982
Otros Fondos	CATIE

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Novena Reunión del Consejo Asesor del Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura, PROMECAFE.</b> 14-15 de febrero de 1985. San José, Costa Rica. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. No. 339. ISSN -0253-4746.
Número copias	100
Fecha Publicación	Julio de 1985
Otros Fondos	Contrapartida Países
Autor	IICA/CIDIA
Título	<b>Memoria de la Primera Reunión Regional de PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto.</b> San Salvador, El Salvador, Diciembre 1984. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos, No. 353. ISSN-0253-4746
Número copias	100
Fecha Publicación	Julio 1985
Autor	IICA/CIDIA
Título	<b>Memoria de la 4a. Reunión Regional de Mejoramiento en Café. Curso sobre Fitomejoramiento.</b> Antigua, Guatemala, Guatemala. 1-5 octubre 1984. Volumen 1 y 2. Guatemala.
Número copias	60
Fecha Publicación	Octubre de 1985
Otros Fondos	
Autor	IICA/CIDIA
Título	<b>Memoria de la Segunda Reunión Regional de PROMECAFE sobre el control de la Roya del Cafeto.</b> Tegucigalpa, Honduras, IHCAFE. Diciembre 1985, Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 367, ISSN-0253-4746
Número copias	200
Fecha Publicación	Mayo de 1986
Autor	ICCA/PROMECAFE/MIDA
Título	<b>Memoria Tercera Reunión Regional del PROMECAFE sobre el Control de la Roya del Cafeto.</b> Boquete, Panamá, IICA/PROMECAFE/MIDA, Mayo 1986.
Número copias	50
Fecha Publicación	Febrero de 1987
Otros Fondos	MIDA/PANAMA

**SIMPOSIOS**

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Simposio sobre Caficultura. Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brasil: IICA/PROMECAFE, 1978. Serie de Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 184 (corresponde al 1er. Simposio de Caficultura)</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1978
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>II Simposio Latinoamericano sobre Caficultura Garnica, Xalapa, México. 4-5 diciembre de 1979. IICA-zona Norte: Serie: Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 205.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	Marzo de 1980
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>III Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, Tegucigalpa, Honduras. 9-10 diciembre de 1980. IICA-Zona Norte: Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 263.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	Marzo de 1981
Otros Fondos	IHCAFE
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>IV Simposio Latinoamericano sobre Caficultura. Guatemala, Guatemala. 7-8 diciembre de 1981. IICA-Zona Norte: Serie, Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 322. ISSN-0253-4746</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	Marzo de 1982
Otros Fondos	ANACAFE
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>V Simposio Latinoamericano sobre Caficultura. San Salvador. 20-22 octubre de 1982. IICA-Zona Norte: Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 323. ISSN-0253-4746</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	Diciembre de 1982
Otros Fondos	ISIC
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>VI Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, Panamá, República Panamá. 24-25 noviembre de 1983. IICA-Area Central: Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 340. ISSN-0253-4746.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	Enero de 1984
Otros Fondos	MIDA

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>VII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana, 1-3 de noviembre de 1984.</b> San José, Costa Rica; Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos ISSN 0253-4746. AL/CR-87-008.
Número copias	200
Fecha Publicación	Junio de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>VIII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana, 3-4 de noviembre de 1985.</b> Granada, Nicaragua; Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos ISSN 0253-4746. AL/CR-87-010.
Número copias	200
Fecha Publicación	Agosto de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>IX Simposio sobre Caficultura Latinoamericana, 13 - 14 de noviembre de 1986.</b> Guatemala, Guatemala. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos ISSN 0253-4746. AL/CR-010.
Número copias	200
Fecha Publicación	Agosto de 1987

#### OTRAS PUBLICACIONES

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletines:</b> Del No. 0 al No. 20 (Colección completa a la última edición del boletín. De 1978 - 1983.
Número copias	2000
Fecha Publicación	1978
Otros Fondos	IICA/PROMECAFE
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>El sistema de finca, la parte socio-económica en el análisis del ambiente.</b> El Seminario de Sistemas de Producción de Cultivos Anuales. CENTA, San Andrés, El Salvador: IICA/PROMECAFE, 1978. (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1978
Otros Fondos	ISIC
Autor	CASTILLO VELARDE, JORGE
Título	<b>Esquema de contenido para un perfil de área específica destinado al desarrollo de alternativas de producción agropecuaria.</b> Guatemala, IICA/PROMECAFE 1979. (IICA: Documentación e Información Agrícola No. 76 (Anexo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1979
Otros Fondos	IICA/CIDIA

Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Un Enfoque de sistema en la transferencia de tecnología en Cafe.</b> In Seminario - Taller sobre Transferencia de Tecnología en Café, Mazatenango, Guatemala, 17 al 27 de abril de 1979. IICA/PROMECAFE 1979 (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1979
Otros Fondos	IICA/CIDIA
Autor	QUIROGA, VICTOR
Título	<b>Manual práctico para el análisis de datos obtenidos por muestreo.</b> San José, Costa Rica, IICA/PROMECAFE/CIDIA: 1979. 54 p. (IICA. Publicación Miscelánea No. 214).
Número copias	300
Fecha Publicación	1979
Otros Fondos	IICA/CIDIA
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Recursos en los países para transferencia de tecnología en café.</b> Informe preliminar. San José, costa Rica: IICA/PROMECAFE: 1979 (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1979
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Análisis del sistema de asistencia técnica del IHCAFE.</b> San José, Costa Rica: IICA/PROMECAFE: 1980 (Circulación restringida) (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1980
Otros Fondos	IHCAFE
Autor	ECHEVERRI, JORGE H.
Título	<b>Fitomejoramiento genético del café con énfasis en resistencia a la roya (Hemileia vastatrix Berk &amp; Br.) en México, Centroamerica y Panamá.</b> San José, Costa Rica: IICA, PROMECAFE 1980. 93 P. (IICA: Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones, No. 201.)
Número copias	300
Fecha Publicación	1980
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Experiencias y resultados de un programa de comunicación agrícola regional: El caso del PROMECAFE.</b> En Curso sobre Técnicas de Comunicación y Transferencia de Tecnología Agrícola. CATIE, Turrialba, Costa Rica: IICA/PROMECAFE, 1980. (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1980
Otros Fondos	CATIE

Autor	IICA/CIDIA
Título	<b>Guía para la preparación de Perfiles de Areas Rurales para la formulación de alternativas de producción.</b> San José, Costa Rica: IICA/CIDIA: 1980. (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1980
Otros Fondos	IICA/CIDIA
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Capacitación por medio de los Grupos de Amistad y Estudio.</b> In Curso-Taller Nacional de Transferencia de Tecnología en Café. Tegucigalpa, Honduras, enero 1981; IICA/PROMECAFE. 1981. (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	Marzo de 1981
Otros Fondos	IHCAFE
Autor	BETTENCOURT, ANIBAL J.
Título	<b>Varietades de café arábica resistentes a la roya y perspectivas para su utilización en la caficultura del futuro.</b> Echeverri, J.H. trad. y adpa. San Salvador: IICA/PROMECAFE,. 1982 (IICA: Serie: Publicaciones Misceláneas No. 393-ISSN-0534-5391.
Número copias	300
Fecha Publicación	1982
Otros Fondos	ISIC
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Resúmenes de Investigación sobre el problema de la roya del cafeto (<i>Hemilleia vastatrix</i> Berk &amp; Br).</b> San Andrés. La Libertad, El Salvador, C.A.: IDIAP: 1982
Número copias	300
Fecha Publicación	1982
Otros Fondos	MAG/IDIAP
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Informe sobre enfoque y actuación de los países miembros del PROMECAFE en relación a la roya del cafeto.</b> San Salvador, El Salvador, 21 de octubre de 1982. IICA-Zona Norte: PROMECAFE: 1982. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 272-ISSN-0253-4746.
Número copias	300
Fecha Publicación	Diciembre de 1982
Otros Fondos	ISIC
Autor	ALONZO PADILLA, FREDDY
Título	<b>La Broca y su control.</b> In Curso La Broca y su control. Guatemala, Guatemala: IICA/PROMECAFE 1983 (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	ANACAFE

Autor	FERNANDEZ, CARLOS ENRIQUE
Título	Contribución del café. San José, Costa Rica: IICA, 1983 (MIMEO).
Número copias	0
Fecha Publicación	1900
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	Contribución al estudio de la resistencia parcial del cafeto a <i>Hemileia vastatrix</i> Berk & Br. San José, Costa Rica: IICA/PROMECAFE, 1983 (IICA: Serie de publicaciones misceláneas No. 458. ISSN-0534-5391.
Número copias	300
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	IRCC/GERDAT
Autor	IICA/CIDIA
Título	Sistema de información para la Investigación agropecuaria -SINIA- Hoja de entrada de investigaciones agronómicas en curso. San José, Costa Rica. IICA/CIDIA: 1983 (mimeo).
Número copias	300
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	IICA/CIDIA
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	Marco general de la transferencia de tecnología en café en Centroamérica. In Curso sobre Perfiles de Area, San Salvador, El Salvador. 1-4 noviembre, 1983: IICA/PROMECAFE 1983 (mimeo)
Número copias	300
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	ISIC
Autor	SEA/IICA
Título	Curso de Caficultura Moderna, auspiciado por Departamento de Café y Programa Cooperativo Regional para el Mejoramiento de la Caficultura (PROMECAFE), Santiago, República Dominicana SEA-IICA: enero. 1983.
Número copias	0
Fecha Publicación	1983
Otros Fondos	SEA
Autor	PROMECAFE/IICA/MIDINRA
Título	Memoria del Curso Taller sobre la Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo del Café. Nicaragua, agosto 1985. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 365. ISSN-0253-4746.
Número copias	200
Fecha Publicación	1985

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria Taller Regional sobre Epidemiología de la Roya del Cafeto,</b> Guatemala, noviembre 1984. Serie: Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 604. ISSN-0253-4746.
Número copias	100
Fecha Publicación	Julio de 1985
Autor	BETTENCOURT, ANIBAL J.
Título	<b>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.</b> Informe de Consultoría: Dr. Anibal J. Bettencourt. CATIE- Turrialba. 11 de julio de 1985.
Número copias	50
Fecha Publicación	Julio de 1985
Autor	ANTONIO ALVES PEREIRA
Título	<b>Informe de Asesoría al Programa de Mejoramiento Genético del Cafeto desarrollado por los países que integran el IICA/PROMECAFE,</b> 25 oct - 9 nov. 1985, San José, Costa Rica.
Número copias	60
Fecha Publicación	Diciembre de 1985
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria del Seminario-Taller Regional sobre Validación de Tecnología en Café.</b> Honduras 24-27 setiembre 1985.
Número copias	50
Fecha Publicación	Diciembre de 1985
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria del Curso Internacional sobre Agroclimatología aplicada al café.</b> 24-28 junio. 1985. El Salvador.
Número copias	200
Fecha Publicación	Diciembre de 1985
Otros Fondos	PROMECAFE/PAISES
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria del Curso Regional sobre el Manejo Integrado de Plagas con Enfoque en Broca del Cafeto.</b> Guatemala 15-20 julio de 1985.
Número copias	50
Fecha Publicación	Noviembre de 1985
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE,</b> Costa Rica IICA/PROMECAFE No. 21. 1983
Número copias	1200
Fecha Publicación	Octubre de 1985
Otros Fondos	

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE, Costa Rica IICA/PROMECAFE No. 23. Abril - Junio 1984.</b>
Número copias	1200
Fecha Publicación	Enero de 1986
Autor	ANDRADE, EDUARDO
Título	<b>Diagnóstico sobre políticas y necesidades de capacitación en los organismos y programas responsables de la caficultura en los países de PROMECAFE. San José, Costa Rica. IICA/PROMECAFE. (mimeo).</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Enero de 1986
Autor	E. ANDRADE, E. IBARRA, G. VEJARANO
Título	<u>Evaluación de la aplicación de la metodología de Grupos de Amistad y Trabajo.</u> Desarrollado por ANACAFE en Guatemala. San José, Costa Rica. IICA/PROMECAFE. Marzo 1986. (mimeo).
Número copias	100
Fecha Publicación	Marzo de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria Curso-Taller sobre Métodos y Medios de Comunicación para la Transferencia de Tecnología. Programa Cooperativo pra la Protección y Modernización de la Caficultura. PROMECAFE. Abril 9-12. San Salvador, El Salvador. Abril 1985.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Mayo de 1985
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria Curso-Taller sobre Caracterización del Sistema de Producción del Cultivo del Café. Marzo 5-16. El Salvador, 1984. Programa Cooperativo para la protección y Modernización de la Caficultura. PROMECAFE. El Salvador. 1984.</b>
Número copias	150
Fecha Publicación	Abril de 1984.
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>"Lecturas sobre Grupos para la Transferencia de Tecnología" El Salvador, Honduras (compendio). Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura. PROMECAFE, Honduras. Abril 1986.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Abril de 1986
Otros Fondos	PROMECAFE/PAISES

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín Técnico "La Transferencia de Tecnología a través de la Metodología de Grupos".</b> ISIC-IICA-PROMECAFE-AID/ROCAP. El Salvador. Mayo 1986.
Número copias	100
Fecha Publicación	Mayo de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín Técnico "La Transferencia de Tecnología a través de la Metodología de Grupos".</b> ISIC-IICA-PROMECAFE-AID/ROCAP. Honduras. Abril 1986.
Número copias	100
Fecha Publicación	Abril de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín Técnico "Opciones tecnológicas".</b> IHCAFE-IICA-PROMECAFE-AID/ROCAP.
Número copias	1000
Fecha Publicación	Junio de 1986
Autor	SYLVAIN, P.
Título	<b>Innovaciones Agrotécnicas en Caficultura.</b> Turrialba, Costa Rica: IICA/PROMECAFE, 1979. Serie: Publicación Miscelánea No. 202. ISSN-0534-5391.
Número copias	300
Fecha Publicación	1979
Otros Fondos	CATIE
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE.</b> Boletín No. 24, Julio - Septiembre. Costa Rica - 1986
Número copias	1200
Fecha Publicación	Julio de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE,</b> Boletín No. 25, Octubre - Diciembre 1985. Costa Rica 1986
Número copias	1200
Fecha Publicación	Julio de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE,</b> Boletín No. 26. Enero - Marzo 1985. Costa Rica 1986.
Número copias	1200
Fecha Publicación	Setiembre de 1986

Autor	IICA/PROMECAFE-ISIC-MAG
Título	<b>Memorias curso taller sobre Administración de Fincas Cafetaleras en el Area Piloto del Proyecto. Abril 8-10 de 1986. San Salvador, El Salvador.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Agosto de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE/IHCAFE
Título	<b>Boletín Informativo sobre la 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.</b>
Número copias	150
Fecha Publicación	Abril de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE/ISIC
Título	<b>Boletín Técnico "La Metodología de Tecnología de Grupos de Amistad y de Trabajo" (FASE IV) . ISIC-IICA/PROMECAFE.</b>
Número copias	1000
Fecha Publicación	Abril de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE, Boletín No. 27, Abril - Junio 1985, Costa Rica 1986.</b>
Número copias	1500
Fecha Publicación	Noviembre de 1986
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE, Boletín No. 28, Julio - Setiembre 1985, Costa Rica 1986.</b>
Número copias	1500
Fecha Publicación	Diciembre de 1986
Autor	GILBERTO VEJARANO M.
Título	<b>La Transferencia de Tecnología Apropriada para Pequeños Productores. IICA/PROMECAFE. Honduras, 1984.</b>
Número copias	150
Fecha Publicación	Junio de 1984
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE, Boletín No. 29, Octubre - Diciembre 1985. Costa Rica 1987.</b>
Número copias	1500
Fecha Publicación	Enero de 1987

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE</b> , Boletín No. 30, Enero-Marzo 1986. Costa Rica 1987.
Número copias	1500
Fecha Publicación	febrero de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE/ISIC
Título	<b>Memoria Curso Regional sobre Control de Residuos de Pesticidas en Café.</b> IICA/PROMECAFE/ISIC. San Salvador, El Salvador, Octubre 1985.
Número copias	50
Fecha Publicación	Febrero de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE</b> , Costa Rica. IICA/PROMECAFE. No 31. Abril - Junio 1986.
Número copias	1200
Fecha Publicación	Abril de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE</b> . Costa Rica. IICA/PROMECAFE. No. 32, Julio-Setiembre 1986.
Número copias	1200
Fecha Publicación	Mayo de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Boletín de PROMECAFE</b> , Costa Rica. IICA/PROMECAFE. No. 33. Octubre-Diciembre 1986.
Número copias	1200
Fecha Publicación	Junio de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria del II Curso de Cultivo de Tejidos</b> , CATIE, Turrialba. 25 de agosto 5 5 de septiembre de 1986. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica.
Número copias	100
Fecha Publicación	Abril de 1987
Autor	IICA/PROMECAFE/IHCAFE
Título	<b>Memoria de II Curso Regional sobre manejo Integrado de Plagas del Café con énfasis en Broca de Fruto. (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.)</b> 21-26 de julio de 1986. San Pedro Sula, Honduras. Serie: Publicaciones Misceláneas ISSN 0534-5391. A1/GT-87-001.
Número copias	130
Fecha Publicación	Abril de 1987

- Autor URBINA NORBERTO, ANACAFE, IHCAFE, ISIC.  
 Título Informe Final. Febrero 1985-Mayo 1987. Control de la Broca. Control de Residuos de Pesticidas Usados en Café. IICA/PROMECAFE. Proyecto Regional de Control de Pestes de Cafeto. Guatemala. Mayo de 1987.  
 Número copias 20  
 Fecha Publicación Julio de 1987.
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Boletín de PROMECAFE, Boletín No 34. Enero- Marzo/1987. IICA/PROMECAFE. Costa Rica 1987.  
 Número copias 1200  
 Fecha Publicación Agosto de 1987
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Boletín de PROMECAFE, Boletín No 35. Abril-Junio/1987. IICA/PROMECAFE. Costa Rica 1987.  
 Número copias 1200  
 Fecha Publicación Noviembre de 1987
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Boletín de PROMECAFE, Boletín NO 36. Julio-Septiembre 1987. IICA/PROMECAFE. Costa Rica 1987.  
 Número copias 1200  
 Fecha Publicación Diciembre de 1987.
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título II Taller Internacional sobre la Broca del Grano del Café. (*Hypothenemus hampei*, Ferr) 1-5 Diciembre de 1986. Tapachula, México. Memoria preparada por Norberto Urbina y Bernard Decazy. Serie de Publicaciones Misceláneas ISSN-0534-5391.  
 Número copias 130  
 Fecha Publicación Noviembre de 1987
- Autor ANDRADE, EDUARDO  
 Título Análisis del Sistema de Asistencia Técnica del Programa de Café-Cacao del MIDA/Panamá. San José, Costa Rica: IICA/PROMECAFE, 1982. (Circulación Restringida). (Mimeo)  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación Julio de 1982
- Autor \_\_\_\_\_  
 Título Situación de la Caficultura Regional de los Países que Conforman PROMECAFE. San José, Costa Rica, IICA/PROMECAFE. 1987. (Mimeo).  
 Número copias 200  
 Fecha Publicación Julio de 1987

- Autor \_\_\_\_\_  
 Título **Una Metodología para Transferencia de Tecnología en Café, Grupos de Amistad y Trabajo, El Salvador, IICA/PROMECAFE. 1987. (Mimeo).**  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación Septiembre de 1987.
- Autor \_\_\_\_\_  
 Título **Definamos Nuestro Público. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica. 1979. (Mimeo)**  
 Número copias 400  
 Fecha Publicación Agosto de 1979
- Autor \_\_\_\_\_  
 Título **El Mensaje y el Significado. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica. 1979. (Mimeo)**  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación Agosto de 1979
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título **Boletín de PROMECAFE, Boletín No. 37. Octubre-diciembre 1987. IICA/PROMECAFE. Costa Rica. 1988.**  
 Número copias 1200  
 Fecha Publicación Febrero de 1988
- Autor ANDRADE, EDUARDO  
 Título **Aspectos relacionados con el proceso de Generación-Validación-Transferencia de Tecnología en café. Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la caficultura IICA/PROMECAFE.**  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación Mayo de 1986
- Autor \_\_\_\_\_  
 Título **Aspectos relacionados con el proceso de Generación-Validación-Transferencia de Tecnología en Café. Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura. IICA/PROMECAFE. Abril, 1986.**  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación Mayo de 1986
- Autor \_\_\_\_\_  
 Título **La comunicación Agrícola y los Programas de Desarrollo Rural una Experiencia en Transferencia de Tecnología. IV Seminario Nacinal de Comunicación Agrícola. Maracay, Venezuela. 28 al 31 de mayo de 1986. IICA/PROMECAFE. mayo, 1986.**  
 Número copias 220  
 Fecha Publicación Junio de 1986

Autor	_____.
Título	<b>De Transferencia de Tecnología a Desarrollo. IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica. 1986.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	Octubre de 1986
Autor	VEJARANO, GILBERTO
Título	<b>La radio como medio de información masiva en el apoyo al desarrollo rural. IICA/PROMECAFE. Tegucigalpa, Honduras. 1986.</b>
Número copias	150
Fecha Publicación	Junio de 1986
Autor**	FOURNIER, O.
Título	<b>Fundamentos ecológicos del cultivo de café. San José, Costa Rica: IICA, PROMECAFE. 1980. 29 p. (IICA. Publicación Miscelánea: no. 230).</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1980
Autor	MOACYR MAESTRI.
Título	<b>Ecofisiología de cultivos tropicales: CAFE. Traducción del capítulo 9, Coffee, del libro Ecophysiology of Tropical Crops. Ed.P. de T. Alvin e T.T. Koslowaski IICA/PROMECAFE. 1981. Serie de Publicaciones misceláneas No. 288.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1981
Autor	MONTOYA, RAMON.
Título	<b>Influencia de la temperatura y de la luz en la germinación infectividad y período de generación de <i>Hemileia vastatrix</i> Berk &amp; Br. IICA/PROMECAFE: 1981. Serie de publicaciones misceláneas No. 278.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1981
Autor	CATIE.
Título	<b>Resúmenes de tesis de café presentadas a la Escuela para Graduados de Turrialba 1948-1982. CATIE Turrialba, Costa Rica: Biblioteca Conmemorativa ORTON, 1982, 55 pp. (Serie: Bibliotecología y Documentación. Bibliografías /CATIE: no.3).</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1982
Otros Fondos	CATIE

---

\*\* Omitir la publicación No. 69.

Autor R.A.MULLER  
 Título **Algunas reflexiones sobre la selección de variedades de cafetos resistentes a la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix* B. y Br.).** San José, Costa Rica. IICA/PROMECAFE, 1986. (IICA: Serie de Publicaciones Misceláneas No. 603 ISSN-0534-5391).  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación Febrero de 1986  
 Otros Fondos IRCC/GERDAT

Autor ISIC.  
 Título **Técnicas modernas para el cultivo del café.** Nueva San Salvador, El Salvador: ISIC: 1983.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1983  
 Otros Fondos ISIC

Autor M. ALVARADO, R.LAZO, S.MILLA, S.PALMA, V.VASQUEZ, G.Vejarano  
 Título **Boletín Técnico sobre alternativas tecnológicas en café.** El Salvador IICA/PROMECAFE, ISIC. El Salvador, Octubre 1985.  
 Número copias 1000  
 Fecha Publicación Octubre de 1985  
 Otros Fondos ISIC

Autor IICA/PROMECAFE/IHCAFE.  
 Título **Caracterización del Sistema de Producción de Café en Honduras 4 volúmenes.** IICA/PROMECAFE/IHCAFE. Honduras. 1985.  
 Número copias 60  
 Fecha Publicación Diciembre de 1985  
 Otros Fondos IHCAFE

Autor R.A. MULLER.  
 Título **Algunos conceptos sobre los estudios de epidemiología y de evaluación de los daños causados por la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br. y *H. Coffeicola*)** Guatemala Antigua, Guatemala, 7-9 noviembre 1984. IICA/PROMECAFE/ANACAFE, 1986. (IICA: Serie de publicaciones misceláneas No. 604. ISSN-0534-53391).  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación Febrero de 1986  
 Otros Fondos IRCC/GERDAR/ANACAFE

Autor GALVEZ, G.C.  
 Título **Enfermedades del Cafeto su Control.** San Salvador, El Salvador.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989

Autor BONILLA, J.C.  
 Título **Consideraciones del Control Químico de la Roya del Cafeto.** San Salvador, El Salvador.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989

- Autor MORENO, G.  
Título **Estudio Epidemiológico de la Roya del Cafeto en un cafetal ecológicamente clasificado como "Bosque muy húmedo Subtropical".** San Salvador, El Salvador.  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1989
- Autor IICA/PROMECAFE  
Título **Taller Regional sobre roya y Otras Enfermedades del cafeto. Memoria.** Tegucigalpa. Honduras.  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1989
- Autor OROZCO, F.S.  
Título **La Hibridación interespecífica en Café y la posibilidad de los Híbridos Triploides.** San Salvador, El Salvador.  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1990
- Autor BAUTISTA PEREZ, F.  
Título **Validación de dos alternativas tecnológicas en el control Químico de la roya del Cafeto.** San Salvador, El Salvador.  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1990
- Autor IICA/PROMECAFE  
Título **Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y otras enfermedades del cafeto.** Resúmenes. San José, Costa Rica.  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1990
- Autor BONILLA, J.C.  
Título **Dosis y Modalidades de Aspersión de Fungicidas Cúpricos y Sistématicos para el Control de Roya del Cafeto (*H. vastratrix*).** In Boletín Técnico No. 13 del Instituto Salvadoreño del Café. El Salvador (En imprenta).  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1991
- Autor INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE.  
Título **Manual del Aplicador de Agroquímicos en Café.** San Salvador. El Salvador (En Imprenta).  
Número copias 300  
Fecha Publicación 1991

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Sonoviso para el Manejo Integrado de la Broca del café. Guatemala.</b>
Número copias	1
Fecha Publicación	1990
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Manejo Integrado de la Broca del Café. Plegable. Guatemala</b>
Número copias	6000
Fecha Publicación	1990
Autor	DECAZY, B. y CASTRO, M.T.
Título	<b>Manual Técnico para el Manejo Integrado de la Broca. IICA/PROMECAFE. Guatemala, Guatemala.</b>
Número copias	3000
Fecha Publicación	1990
Autor	CASTRO, M.T.
Título	<b>Residuos de Plaguicidas en Café. Importancia del Programa e Investigación Necesaria. Boletín de PROMECAFE No. 46.</b>
Número copias	1500
Fecha Publicación	1990
Autor	CASTRO, M.T.
Título	<b>Investigación sobre Residuos de Plaguicidas en Café. In Curso - Taller sobre Residuos de Plaguicidas en Café, IICA/PROMECAFE/ANACAFE/OIRSA. Antigua Guatemala, Guatemala.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1990
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>III Taller Regional de Broca. Guatemala, 1989. Guatemala.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1990
Autor	
Título	<b>IV Taller Regional de Broca. 1990</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1991
Autor	MIRANDA A., ALEXIS
Título	<b>Consideraciones para uniformizar los resultados de análisis químico de suelo. Separata: curso Regional sobre Nutrición del Café. Costa Rica. 33 pag.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1988
Autor	PROMECAFE/CIDIA: REDCAFE.
Título	<b>Servicio de Información Bibliográfica. Vol. No. 1, 2 y 3.</b>
Número copias	150 de cada uno
Fecha Publicación	1989

- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Informe Asesoría del Dr. Luiz Carlos Fazuoli a PROMECAFE en su visita del 20 de noviembre al 14 de diciembre de 1988. Costa Rica. 31 p.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Memorias VII Reunión Regional de Mejoramiento de Café. 28 de noviembre al 2 de diciembre de 1988. San Salvador, El Salvador. 340 p.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989
- Autor ESKES, A.B. y TOMA-BRAGHINI, M.  
 Título Métodos de evaluación de la resistencia a la roya del café. (Hemileia vastatrix Berk y Br). IICA, PROMECAFE. 26 p.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título Curso Regional sobre Nutrición Mineral del Café. 7-18 de noviembre de 1988. San José, Costa Rica. 129 p..  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989
- Autor JORGE, Soria.  
 Título Evaluación de la reacción a la roya del café (Hemileia vastratrix Berk. y Br.) de descendencias de Catimor y de Sarchimor de Coffea arabica L. Tesis de Maestrías, CATIE. 139 p.  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1989
- Autor MARBAN MENDOZA, N. y MORERA GONZALEZ, N.  
 Título Manual Práctico. 2o. Curso Regional de Fitonematología Aplicada. 12 - 23 marzo, 1990. Turrialba, Costa Rica, PROMECAFE. sp.  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación 1990
- Autor ESKES, A.B.  
 Título Conferencias presentadas en la VIII Reunión Regional de Mejoramiento Genético de Café. 4-8 septiembre , 1989. San Pedro Sula, Honduras. PROMECAFE. Turrialba, Costa Rica. sp.  
 Número copias 200  
 Fecha Publicación 1990
- Autor PROGRAMA COOPERATIVO PARA LA PROTECCION Y MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA (PROMECAFE)

Título **8a. Reunión Regional de Mejoramiento Genético del Café. Memoria. 4-8**  
septiembre de 1989. San Pedro Sula, Honduras. PROMECAFE,  
Turrialba, Costa Rica. sp.

Número copias 300

Fecha Publicación 1990

Autor \_\_\_\_\_.

Título **8o. Curso Regional sobre Fundamentos de la Caficultura Moderna.**  
Memorias. Módulos I, II, III, IV y V. 9 julio/  
Agosto, 1990. CATIE, Turrialba, Costa Rica. PROMECAFE.

Fecha Publicación 1990

Autor \_\_\_\_\_.

Título **I Taller Regional sobre Nemátodos del Café. Memorias. 30 julio - 3**  
agosto, 1990. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 5 p.

Número copias 300

Fecha Publicación 1990

Autor \_\_\_\_\_.

Título **Lista de Introducciones al Banco de Germoplasma de Café. (Coffea spp)**  
del CATIE, Turrialba, Costa Rica. PROMECAFE. 126 P.

Número copias 50

Fecha Publicación 1990

Autor \_\_\_\_\_ Y CENTRO INTERAMERICANO DE DOCUMENTACIÓN  
AGRÍCOLA . CIDIA.

Título **Los Nemátodos. Suplemento del Servicio de Información Bibliográfica**  
REDCAFE. Turrialba, Costa Rica. 182 p.

Número copias 150

Fecha Publicación 1990

Autor JAEHN, ANARIO

Título **Informe de Asesoría sobre Nemátodos de Café en el Area de Centro**  
**América. 8 julio - 5 agosto, 1990. PROMECAFE, 29 nov. 1990.**  
Turrialba, Costa Rica. 5p.

Número copias 50

Fecha Publicación 1990

Autor MEJIA ALVARADO, E.J.

Título **Caracterización y evaluación de diferencias en el manejo de cultivo del**  
**café (Coffea arabica L.) en dos municipios de Matagalpa, Nicaragua.**  
Tesis Mag. S.C. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 102 p.

Número copias 50

Fecha Publicación 1990

Autor MORA GUZMAN, E.

Título **Estudio histológico de microinjerto de Coffea arabica sobre Coffea**  
**canephora.** Tesis Mag. S.C. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (sin publicar).

Número copias 100

Fecha Publicación 1991

- Autor ROBLES, G.  
 Título **Estudio histológico de la formación de raíces de microestacas de Coffea arabica. Tesis Mag. S.C. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (sp).**  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación 1991
- Autor IICA/REDCAFE  
 Título **Servicio de Información Bibliográfica. Volumen 2. Números 1 al 4. PROMECAFE/CIDIA. Turrialba, Costa Rica.**  
 Número copias 150  
 Fecha Publicación 1990
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título **Boletín de PROMECAFE. Boletín No. 37. Octubre - Diciembre, 1987. IICA/PROMECAFE. Costa Rica. 1988**  
 Número copias 1500  
 Fecha Publicación Octubre - Diciembre, 1987
- Autor IICA/PROMECAFE  
 Título **Memoria Cursos Nacionales sobre Comunicación, Expresión Oral y Redacción Técnica, Honduras, El Salvador y Guatemala.**  
 Número copias 100  
 Fecha Publicación 1988
- Autor \_\_\_\_\_.  
 Título **Memoria Seminario Regional sobre Transferencia de Tecnología. Honduras.**  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1988
- Autor \_\_\_\_\_.  
 Título **Memoria Curso Nacional para Productores de Café en El Salvador sobre Administración de Fincas Cafetaleras. El Salvador.**  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1988
- Autor \_\_\_\_\_.  
 Título **Memoria Seminario Regional sobre la Metodología de "Grupos de Amistad y Trabajo". Guatemala.**  
 Número copias 300  
 Fecha Publicación 1988
- Autor \_\_\_\_\_.  
 Título **Memoria Curso Nacional sobre Técnicas Modernas de Manejo de Cafetales a Productores de Café de El Salvador. El Salvador.**  
 Número copias 200  
 Fecha Publicación 1988

Autor	INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES EN CAFE.
Título	<b>Boletín No. 13. Resúmenes de Investigación en Café. El Salvador.</b>
Número copias	1000
Fecha Publicación	1989.
Autor	INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES EN CAFE.
Título	<b>Boletín No. 14. Cronograma del Cultivo del Café. El Salvador.</b>
Número copias	1000
Fecha Publicación	1989
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Memoria Curso Nacional para Productores de Café sobre Administración de Fincas Cafetaleras. El Salvador.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Memoria Curso Nacional para Productores de Café sobre Técnicas Modernas de Manejo del Cultivo del Café. El Salvador.</b>
Número copias	200
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Memoria II Seminario Regional sobre Validación de Tecnología en Café.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Boletines y Manuales Técnicos: Viveros, Aboneras, Fertilización, Broca, Roya y Manejo del Cultivo. (3,000 ejemplares c/u).</b>
Número copias	6,000 c/u.
Fecha Publicación	1989
Autor	INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES EN CAFE
Título	<b>Fertilización y Enmiendas del Cafeto. Plegable. El Salvador.</b>
Número copias	2,000
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Pasos para la Siembra de viveros de Café. Plegable. El Salvador.</b>
Número copias	3,000
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Pasos para la Siembra de Semilleros de Café. Plegable. El Salvador.</b>
Número copias	3,000
Fecha Publicación	1989

Autor	_____.
Título	<b>Memoria Curso Nacional para Productores de Café sobre Administración de Fincas Cafetaleras. El Salvador.</b>
Número copias	200
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>Memoria Seminario Regional sobre el Proyecto Generación, Adaptación y Transferencia de Tecnología en Café, para pequeños y medianos productores.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1990
Autor	INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES EN CAFE.
Título	<b>Boletín Técnico sobre la Metodología de CPSC. El Salvador.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1990
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Muestreo para el Control de la Broca del Fruto del Cafeto.</b>
Número copias	3,000
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>Documento Técnico sobre el Proyecto para Productores en el Seminario Internacional sobre "Movilización de Tecnología Agrícola para afrontar los retos de la región Centroamericana". IICA, Costa Rica.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>Documento Técnico sobre el Proyecto para presentar en reunión sobre Desarrollo Rural, en la EAP, El Zamorano, Honduras.</b>
Número copias	50
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>Documento Técnico sobre el Proyecto, para presentar en el XIII Simposio de Caficultura Moderna. Costa Rica.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1990
Autor	INSTITUTO MEXICANO DEL CAFE.
Título	<b>Documentos técnicos sobre el Proyecto y la Metodología GAT para los cursos nacionales. Mexico.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1990

Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Material del Proyecto para capacitación en Honduras, El Salvador, Nicaragua y Panamá. Honduras</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>"DE PURA CEPA" Serie Radiofónica, IICA/RNTC. Costa Rica. 5 cassetes con 40 programas y 1 cassette con cuñas.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1990
Autor	_____.
Título	<b>XI Simposio de Caficultura Latinoamericana. Memoria. San Salvador, El Salvador.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1988
Autor	IICA/PROMECAFE
Título	<b>Estudio para Determinar el Potencial de Autofinanciamiento de Investigación y Desarrollo en la Industria Cafetalera en Centro América. Guatemala. 1989.</b>
Número copias	100
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>XIII Simposio de Caficultura Latinoamericana. Memoria. San Pedro Sula. Honduras. (en imprenta).</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Seminario Taller sobre Nutrición Mineral del Cafeto. Memoria. Antigua, Guatemala.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Curso-Taller sobre Análisis Económico de Opciones Tecnológicas en Café. Memorias. San José, Costa Rica.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1989
Autor	_____.
Título	<b>Curso Regional sobre Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación en Café. Material didáctico: Parte I - Diseños Experimentales; Parte II: Computación. Antigua, Guatemala.</b>
Número copias	300
Fecha Publicación	1990

- Autor** ZAMORA, L.  
**Título** Manual metodológico para el Taller: Análisis Económico de Opciones Tecnológicas en Café. Programa Cooperativo ICAFE-MAG. Costa Rica.  
**Número copias** 100  
**Fecha Publicación**
- Autor** IICA/PROMECAFE  
**Título** Programa Cooperativo pra la Protección y Modernización de la Caficultura. Folleto Divulgativo. Guatemala.  
**Número copias** 1500  
**Fecha Publicación** 1990
- Autor** \_\_\_\_\_  
**Título** Evaluación del Efecto de la Tecnología Transferida a través de los "Grupos de Amistad y Trabajo" a Pequeños y Medianos Caficultores en Guatemala. Guatemala.  
**Número copias** 100  
**Fecha Publicación** 1991
- Autor** \_\_\_\_\_  
**Título** Red Regional de Generación y Transferencia de Tecnología en Café. Antecedentes y Perspectivas. Guatemala.  
**Número copias** 50  
**Fecha Publicación** 1991
- Autor** AGUILAR, V., A.; J. GREEN J.  
**Título** Fundamentos Teóricos Prácticos de Administración de Fincas Agropecuarias. Adaptación: Alvarado, J.J.; Barrios, E.; Bran, R; Méndez, J.C. "Teoría sobre el Proceso Administrativo Aplicado a la Empresa Cafetalera". Guatemala.  
**Número copias** 300  
**Fecha Publicación** 1991







## QUE ES PROMECAFE

El Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura en México, Centroamérica, Panamá y República Dominicana, **PROMECAFE**, fue fundado en enero de 1978.

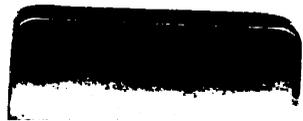
Su objetivo general es : "Promover a través de la cooperación regional la investigación agronómica e impulsar la tecnificación de la caficultura con miras a elevar su productividad en los países miembros".

Durante su funcionamiento, **PROMECAFE** ha basado sus recursos financieros en cuotas de los países miembros y en la cooperación de organismos internacionales como: AID/ROCAP, La Comunidad Económica Europea y el Centro Internacional de Investigación en Agronomía para el Desarrollo, CIRAD, de Francia.

Desde el Inicio de sus operaciones, **PROMECAFE** ha centrado su accionar en seis actividades fundamentales que son:

- PROTECCION VEGETAL:** Investigación para el control de Plagas y enfermedades del café.
- FITOMEJORAMIENTO:** Mejoramiento genético y biotecnología.
- REDCAFE:** Establecimiento y operación de una Red de Información bibliográfica sobre el cultivo del café en los países miembros.
- COMERCIALIZACION:** Información y capacitación en mercados y en actividades de comercialización.
- DIFUSION:** Publicaciones de estudios y memorias de eventos científicos, relacionados al cultivo del café.
- COORDINACION Y APOYO TECNICO:** Coordinación de eventos científicos y Asesoría Técnica en áreas específicas.

Actualmente, **PROMECAFE** en adición a las actividades mencionadas, impulsa Sistemas de Producción Sostenida de Café y su relación con los Recursos Naturales y el Medio Ambiente en los países miembros.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
OFICINA EN GUATEMALA

1a. Av. B-00, Zona 9 - Teléfonos: 316304, 326306, 346903, 347602  
Fax: 317100, 321705