

Boletín

No. 102 Noviembre 2004-Enero 2005

IICA



PROMECAFE

MINI EDITORIAL

RESPONSABLES

Guillermo Canet Brenes
Secretario Ejecutivo PROMECAFE

Edgar Lionel Ibarra
Editor Técnico

CONTENIDO

MINIEDITORIAL
PROMECAFE EN MARCHA
PANORAMA INTERNACIONAL
PONENCIAS
RESUMENES/NOTAS TÉCNICAS

COLABORADORES

J.R. Jarquín G. ECOSUR, Chiapas, México

L. Villain CIRAD/Promecafé.

P. Baujard, CIRAD

J. L. Sarah, IRD Francia.

F. Anzueto R., P. Figueroa, ANACAFE
Guatemala.

A. Hernández, F. PROCAFE, El Salvador.
Armando García, Promecafé, Guatemala.

El Boletín PROMECAFE
se distribuye gratuitamente.
IICA/PROMECAFE
Apdo. Postal # 1815

Ciudad de Guatemala, Guatemala

Tel./Fax: (502) 2334-7603

Tels.: (502) 2386-5908, 2386-5915

Busque el boletín en nuestra
página web.

E-mail: promecafe@iica.org.gt
[//www.iica.org.gt/promecafe](http://www.iica.org.gt/promecafe)

LA BROCA AMENAZA LA RECUPERACIÓN DE LA CAFICULTURA REGIONAL

Existen recursos tecnológicos para hacer frente a la broca del café, especialmente en su manejo integrado, cuyos componentes de prácticas sanitarias, control biológico, utilización de trampas y control químico, han sido en gran parte desarrollados por los institutos cafeteros a través de Promecafé, con la cooperación de varios organismos, como el CIRAD, USAID, la Unión Europea y el Fondo Común de los Productos Básicos.

Estas prácticas de control se aplicaron normalmente por los productores, hasta el año cafetero 2000/2001 cuando se desencadenan las dificultades por el desplome de los precios en el mercado internacional del café. La crisis ha generado efectos adversos que impactan en el estado sanitario de la caficultura actual. Por las pérdidas continuas que los productores han sufrido, las prácticas de mantenimiento del cultivo y de control de plagas fueron suspendidas o disminuidas, aún las de mayor facilidad de aplicación como la remoción de frutos residuales de cosecha que albergan futuras progenies de broca. Esta situación, que en casos ha resultado en el abandono de fincas de café, ha sido propicia a la expansión de la plaga.

El resultado se manifiesta en la ocurrencia de brotes de la broca, que se incuban y desarrolla en plantaciones desatendidas y por sus hábitos migratorios se propaga rápidamente a áreas no infestadas. Durante 2003 tal situación afectó países de la región y en algunos como El Salvador demandó acciones de emergencia, recurriendo en casos al control químico para hacer frente a la plaga. En Honduras, ese mismo año, el problema de la broca se manifestó fuera de control, con brotes que alcanzaron 30% de daño en fincas de baja altitud (menos de 1000 msnm). Tales niveles de infestación y el hecho de que nunca antes se habían observado poblaciones significativas de broca arriba de los 1300 msnm, puso en evidencia la severidad de la plaga y la existencia de suficiente inóculo para dañar las próximas cosechas de café, si no se ejecutan acciones de control. Casi todas las estrategias emprendidas en la región para aliviar la situación de bajos precios se orientan hacia el mejoramiento de la calidad de los cafés arabica como un factor importante de la competitividad en el mercado. Sin embargo, en este caso se está privilegiando a las fincas que disponen de condiciones óptimas para la calidad; aunque esta orientación es muy loable para el alivio de la crisis, está dejando por fuera a un importante segmento de productores que cultivan café en condiciones sub-óptimas, esperando solamente una mejoría de los precios del café genérico o "commodity" que ellos producen. Para estos productores tendrán que abordarse otras estrategias, entre las cuales el mantenimiento del estado productivo y sanitario de sus cafetales, con tecnología apropiada a tiempos de pobreza, es fundamental. La protección sanitaria también parece estar relegada de los esfuerzos que apuntan hacia la calidad; los daños de la broca no solamente ocasionan pérdida física de grano, sino también afectan la calidad inherente del café y además constituyen un vehículo de penetración fungosa y bacteriana que incide negativamente en la inocuidad de la bebida. Este último factor de calidad está siendo examinado cuidadosamente en el mercado internacional, especialmente con relación a contaminación por ocratoxinas, para lo cual ya se han señalado límites de tolerancia en el comercio del café.

Alentamos los esfuerzos de los productores y de los institutos cafeteros que ya se realizan en la región de Promecafé, que ojalá cuenten con el apoyo de gobiernos y de otros organismos, para una acción contra la broca, que constituye una seria amenaza de daño a las próximas cosechas de café, que puede alcanzar las zonas favorecidas por condiciones naturales para la producción de café de calidad excepcional. De manera similar, se puede considerar la amenaza de su traspaso de fronteras geográficas, como sería su dispersión a Panamá, país que aún se considera libre de la broca.

SEMINARIOS SOBRE INOCUIDAD, OCRATOXINAS Y PRINCIPIOS DE HIGIENE EN LA PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO Y COMERCIO DEL CAFÉ

Promecafé desarrolló una actividad conjunta con el proyecto Global Enhancement of the Coffee Quality through the prevention of Moulds, implementado por FAO - Roma en varios países del mundo, en cooperación con OIC. Esta alianza tuvo el propósito de llevar a cabo eventos de información y capacitación sobre este tema en países de Centroamérica y el Caribe. La actividad comprendió la coordinación y planeamiento conjunto entre personal de la Secretaría Ejecutiva de PROMECAFE, ejecutivos de FAO en Roma y de la Representación en Guatemala, así como con ANACAFE, institución que prestó una importante colaboración para los eventos; además de la comunicación con los organismos cafeteros centroamericanos y autoridades correspondientes de Cuba.

Lo anterior culminó con un primer seminario en la ciudad de Guatemala el 8 de octubre 2004, sobre la Inocuidad como factor de Calidad en el Comercio Internacional del Café, que fuera dirigido a productores, procesadores, exportadores y funcionarios de entidades vinculadas al comercio del café en Guatemala. Seminario que estuvo a cargo de la doctora Gloria Inés Puerta Quintero, especialista del CENICAFE, Colombia, presentado con especial referencia al riesgo de contaminación con ocratoxinas, tema sobre el cual también expuso el doctor Francisco Anzueto Rodríguez de ANACAFE.

Otro evento de mayor duración y actividad fue el seminario-taller de capacitación de capacitadores sobre "La aplicación de los principios de Higiene de los Alimentos y APPCC a la cadena del Café", en Guatemala del 11 al 22 de octubre 2004, dirigido a 26 funcionarios y técnicos de organismos públicos y privados con responsabilidades de producción, procesamiento, calidad y comercialización del café, particularmente en funciones de capacitación y asistencia técnica, en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, República Dominicana y Jamaica; para lo cual FAO otorgó cuatro becas por país centroamericano y dos becas para cada país del Caribe.

El seminario-taller fue dirigido por la doctora Gloria Inés Puerta de Cenicafé y la doctora Mirna L. Suárez Quiroz del Instituto Tecnológico de Veracruz, México. Como producto del evento, además del aprendizaje

sobre el tema, los participantes realizaron una revisión y discusión de la situación en sus respectivos países, sobre contaminantes e inocuidad como factor de calidad y presentaron propuestas para el establecimiento de mecanismos de control en el contexto de estrategias para mejorar la competitividad en el comercio del café, en sus países. A través de una comunicación dirigida a los patrocinadores y organizadores del evento, FAO, Promecafé y ANACAFE, así como a las doctoras Puerta Quintero y Suárez Quiroz, los participantes expresaron su satisfacción y reconocimiento sobre la importancia, aprendizaje y calidad técnica de este seminario-taller.

REUNIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO DE PROMECAFE

Con el propósito de revisar avances del programa y preparar la propuesta de Plan de Acción 2005, se reunió el 26 de octubre en la sede de ANACAFE, Guatemala, el Comité Técnico de Promecafé integrado por los gerentes técnicos y directores de los institutos miembros, especialistas de IICA, CATIE, CIRAD y de la Secretaría Ejecutiva.

Estuvieron presentes en la reunión los ingenieros Fredy Portillo y Jorge Sandoval de F. PROCAFE, el Dr. Francisco Anzueto de ANACAFE, ingenieros Omar Fúnez y Rodney Santacreo de IHCAFE. Dr. Pierre Charmetant de CIRAD/Promecafé, Dr. Jeremy Hagar de CATIE/AF, Lic. Gusland McCook del CIB. El Ing. Luis Zamora Q. del ICAFE, Ing. Alexis Miranda del MIDA, El Dr. Francisco Enciso del IICA y los ingenieros Guillermo Canet Brenes y Edgar Lionel Ibarra de IICA/Promecafé.

Al término de esta reunión, el Dr. Charmetant realizó (28 octubre-3 noviembre) una evaluación de campo de los híbridos F1 que se encuentran en ensayo competitivo con variedades locales, en El Salvador, Honduras y Guatemala.

REUNIÓN SOBRE ENFERMEDADES DEL CAFÉ EN COSTA RICA

El Dr. Jacques Avelino de CIRAD/Promecafé con sede en Costa Rica tuvo una reunión (4-5 noviembre) en CICAFAE con 30 técnicos de la región central del ICAFE para presentar avances de investigación, estrategias y razonamiento del control de enfermedades del café, con énfasis en ojo de gallo.

APOYO TECNOLÓGICO A PANAMÁ

Se efectuó una cooperación horizontal a Panamá mediante una misión de apoyo técnico al MIDA en la provincia de Chiriquí (22-25 noviembre), por parte de especialistas del ICAFE ingenieros José Soto Sandoval y M. Barquero y el Dr. Pierre Charmetant de CIRAD/Promecafé, quienes efectuaron giras de reconocimiento y charlas sobre mejoramiento genético y enfermedades endémicas del café: ojo de gallo (*Mycena citricolor*) y crespeta (*Xylella fastidiosa*).



Reunión técnica en Chiriquí, Panamá. Foto: Alexis Miranda, MIDA

INTRODUCCIÓN DE SEMILLA DE LA VARIEDAD JAVA

A través del proyecto de Mejoramiento Genético Promecafé/CATIE/CIRAD, se envió semilla de café arábica de la variedad Java a todos los países de Promecafé, a fin de realizar pruebas de campo con esta variedad, que exhibe en países de África occidental, cierta tolerancia a sequía y a algunas enfermedades como CBD y roya de la hoja.

REUNIÓN DE CASCA

Una reunión técnica del proyecto “Sostenibilidad de los Sistemas Agroforestales con Café, de Centroamérica” _CASCA por sus siglas en inglés, tuvo lugar en ANACAFE en la ciudad de Guatemala, con el propósito de examinar los resultados del proyecto al tercer año de su ejecución y planificar actividades en el 2005. El proyecto, con financiamiento de la Unión Europea, se desarrolla bajo la coordinación del CIRAD, con participación del CATIE, la Edinburgh Research Station del Reino Unido, la Facultad de Recursos Naturales y Ambiente de la UNA de Nicaragua, Anacafé y el IICA/Promecafé. La información obtenida en

aspectos biofísicos y socioeconómicos de estos sistemas en Costa Rica, Nicaragua y Guatemala; contribuye al entendimiento y desarrollo tecnológico para el manejo y sostenibilidad de los mismos.

SE DISTRIBUYE BASE DE DATOS BIBLIOGRÁFICOS SOBRE CAFÉ

Con la cooperación de la Biblioteca Conmemorativa Orton del IICA - CATIE, el Promecafé realizó la producción y distribución a sus organismos miembros, de una base bibliográfica parcialmente anotada (resúmenes) de más de 17 mil referencias de obras o artículos técnicos recientes sobre café, existentes en las colecciones bibliográficas de dicha Biblioteca y de otras fuentes. Esta base está contenida en disco compacto para facilitar su uso, aun en localidades remotas, ofrece instrucciones sencillas para la búsqueda de información y provee conexiones de internet para acceder a los textos completos de la documentación de interés. Además, se puede acceder en el sitio Web de Promecafé.

APOYO DEL CIRAD EN ANÁLISIS DE CALIDAD DEL CAFÉ

Se está obteniendo el apoyo científico de los laboratorios centrales del CIRAD en Francia para el análisis de la información de factores de calidad inherente del café producido en localidades definidas de Costa Rica, en estudios que realiza ICAFE con la participación del Dr. Jacques Avelino de CIRAD/Promecafé para protección de denominaciones e indicaciones geográficas de origen. El Dr. Fabrice Davrieux del CIRAD/CP estuvo en Costa Rica cooperando en la aplicación del análisis de calidad mediante instrumentos de espectrometría en el cercano infrarrojo NIRS, en muestras de café. Al término de su misión en Costa Rica, el Dr. Davrieux visitó Guatemala, donde presentó una conferencia (3 diciembre) sobre esta metodología y el análisis estadístico discriminante que se aplican en los estudios de IGP y DOP, a la cual asistieron técnicos de ANACAFE, IHCAFÉ y F. PROCAFE, con apoyo de CIRAD y Promecafé.

CAPACITACIÓN EN IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS

Por cooperación horizontal de F. PROCAFE, se llevó a cabo una capacitación en servicio a los ingenieros Geovanny Guerrero Lizano del ICAFE (27 sep. - 2 oct.); y a Pablo Figueroa y J. Angel Trejo, de ANACAFE e IHCAFÉ respectivamente (6-10 diciembre), en la metodología de caracterización de especies de nematodos parásitos de la raíz del café mediante análisis enzimático por electroforesis, en laboratorios de F. PROCAFE, bajo la dirección del Dr. Adán Hernández y la Bióloga Marlene Escobar A.

CATACIÓN DE VARIEDADES PROMISORIAS DE CAFÉ

Contando también con la cooperación horizontal de F. PROCAFE, se llevó a cabo la catación de muestras de la última cosecha de variedades promisorias del proyecto de mejoramiento genético que ejecuta Promecafé con apoyo de CIRAD, CATIE y FONTAGRO. Esta actividad que se inscribe en la parte terminal del proyecto, se realizó en El Salvador con la participación de un panel integrado por los catadores Ernesto Velásquez de El Salvador, Jorge Escobar y Oscar Machuca del Consejo Salvadoreño del Café, Carlos Roberto Pineda de IHCAFE y Juan Carlos Selva, consultor de Costa Rica. La evaluación de calidad es factor de suma importancia para la definición de las

nuevas variedades de café que se originan de un largo proceso de hibridación de cafés arábicas silvestres procedentes de Etiopía y Sudan, con variedades cultivadas localmente como Catuaí, Caturra, Pacas y otras; y con algunos Catimores resistentes a la roya de la hoja.

NUEVO PRESIDENTE DEL CONSEJO DIRECTIVO DE PROMECAFE

Por renuncia del Dr. Gustavo Alfonso Cuellar a la Junta Directiva de la Fundación PROCAFE de El Salvador y corresponderle a ese país la Presidencia del Consejo Directivo de Promecafé, asumió el cargo desde noviembre 2004, el Ing. Sergio Ticas, quien también preside dicha Fundación.

PROMECAFE

Panorama Internacional

PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS EN MESOAMÉRICA

El Proyecto “Perspectivas Climáticas Estacionales en Mesoamérica y sus Aplicaciones”, es una iniciativa que forma parte del Programa Mesoamericano de Cooperación 2003 – 2004, aprobado en la Quinta Reunión Cumbre de los Países Integrantes del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla. En el marco del referido Programa y como acción del proyecto, se llevó a cabo en la ciudad de México (noviembre 2004) el XIV Foro Regional del Clima de América Central, por invitación del Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua de México.

El Foro reunió a expertos en meteorología, climatología e hidrología de América Central y México con el objetivo de:

Revisar las condiciones oceánicas y atmosféricas más recientes, la evolución de éstas prevista por los modelos de escala global y las implicaciones de los cambios en los patrones de lluvia y temperatura.

Ensamblar la perspectiva climática regional de consenso para el período Diciembre 2004-Marzo 2005; y continuar el avance del proceso para la emisión regular, actualización y verificación de los pronósticos climáticos en América Central.

El Foro ha indicado que:

La tendencia hacia el incremento de las anomalías (calentamiento por arriba de lo normal) de la temperatura superficial del mar, en las regiones del Pacífico Ecuatorial entre junio y diciembre de 2004.

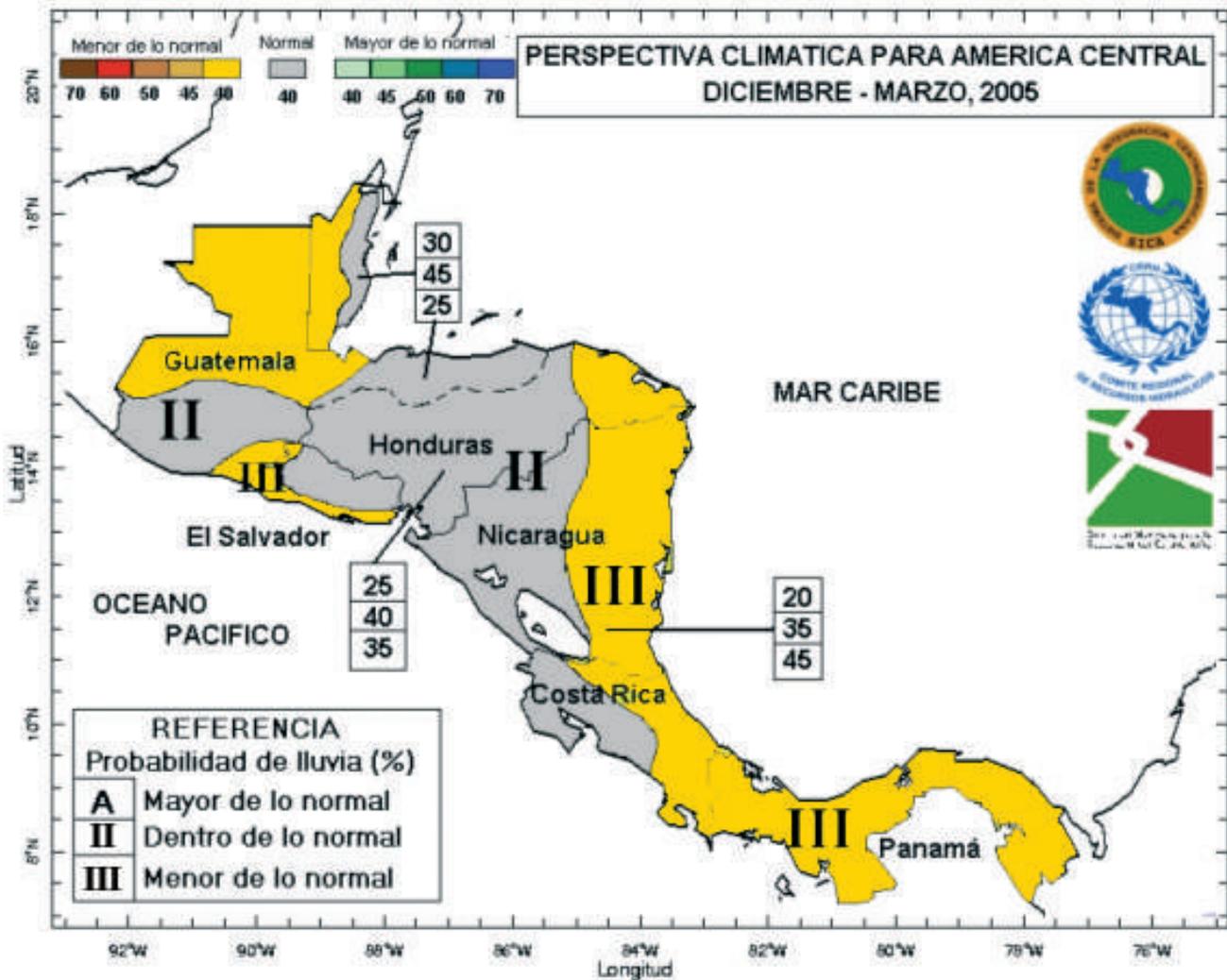
Los pronósticos de la mayoría de los modelos climáticos enero-julio de 2005, coinciden en predecir anomalías de temperatura del mar consistentes con la etapa madura de la fase cálida del evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que estaría alcanzándose en el trimestre Diciembre 2004 - Febrero 2005.

Las anomalías previstas son las de un evento El Niño de intensidad débil, que tendería a retornar hacia condiciones normales entre marzo y junio, alcanzando la fase neutra hacia la mitad del 2005.

La presencia de aguas superficiales con temperaturas por encima de lo normal en el océano Atlántico Tropical durante los últimos meses, las cuales también se espera persistan durante el período para el cual se emite esta Perspectiva.

El Foro estimó las probabilidades de que la lluvia acumulada y la temperatura se ubiquen en las categorías arriba de lo normal, en el período diciembre/04 – marzo/05.

En cuanto a la temperatura del aire, los análisis muestran alta probabilidad de que ésta se ubique en el rango arriba de lo normal en prácticamente todo el Istmo, incluida la zona cafetalera con probabilidades de 60-80 % de temperatura arriba de lo normal. Respecto a la precipitación, las zonas de América Central con niveles de probabilidad de que la lluvia se ubique en las categorías que se presentan en la siguiente figura, donde se puede imaginar la zona cafetalera con condiciones de lluvia normales en el período, excepto en el sur de Costa Rica y Panamá.



REPUNTAN LOS PRECIOS DEL CAFÉ

Desde octubre 2004 se ha observado un repunte de los precios del café en el mercado internacional, lo cual ha traído alivio a los países productores, especialmente a los de Centroamérica, donde el café tiene significativa importancia económica y social. Después de largos cinco años de sufrimiento por bajos precios, se ve que el precio rompe la cifra de \$100/quintal oro en el periodo que cubre este Boletín. Así se exhibe en el gráfico que tomamos de las Notas de Café que nos llegan regularmente por cortesía del Consejo Salvadoreño del Café. En el mismo se observa la variación de precios para los arábicas “otros suaves” en la bolsa de New York, con valores desde \$73 y se

Análisis Técnico



van incrementando, con altibajos, hasta más de \$110 en la segunda semana de febrero 2005. La línea verde continúa de promedios móviles explica mejor la tendencia suave pero creciente de los precios, llegando arriba de los \$100/quintal oro. En la parte inferior del gráfico se observa el movimiento de los osciladores estocásticos (término

que tiene que ver probabilidades condicionales en las transacciones), que transcurren mayor tiempo en terreno neutral del movimiento de compras y ventas de actividad bursátil, entre valores de 20 y 80 de la escala del gráfico. Cuando la línea roja cruza la línea azul en rumbo a la zona superior a 80 indica alta actividad de compras con probabilidad de subida de precios.

Las ideas expuestas en esta sección son responsabilidad de los autores y no necesariamente representan el criterio del IICA. Los artículos publicados en esta sección están indizados en las bases bibliográficas de la Biblioteca Conmemorativa Orton de IICA-CATIE

ESCUELAS DE CAMPO Y EXPERIMENTACIÓN PARA AGRICULTORES UNA ALTERNATIVA DE FORMACIÓN CAMPESINA EN ZONAS CAFETALERAS DE CHIAPAS¹

Ramón Jarquín Gálvez²

Introducción

La propuesta de las Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores (ECEA), parte de las ideas originales escritas y sometidas para su análisis y discusión en diferentes foros de años anteriores (Barrera, et al. 1999a; Barrera, et al., 1999b) y son producto de la necesidad de definir un modelo efectivo de capacitación, que permita a mediano plazo, crear espacios de interacción para los diferentes actores relacionados con el compromiso de promover el desarrollo de manera más autogestiva, y a largo plazo desarrollar acciones conjuntas de investigación participativa. Actualmente las ECEA's (Jarquín 2003) es un modelo generado en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) que integra metodologías conocidas en otros países como Las Escuelas de Campo (ECA), del inglés Farmer's Field Schools (FFS), inicialmente desarrollado en Indonesia y posteriormente en África (Williamson, 1998) y los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) generado principalmente en Colombia (Braun, et al. 1999), así como del resultado del trabajo propio de investigación participativa de ECOSUR.

Esta propuesta se apega al principio de que enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su construcción (Freire, 1996), enfatizando principios y metodologías participativas.

El objetivo de este escrito es presentar, los pormenores de un programa a nivel piloto. Este modelo se ha estado evaluando en Chiapas México, con la intención de formar cuadros campesinos en las actividades de Mejores Prácticas de Café de Conservación.

Marco Conceptual

Los CIAL son también un modelo flexible y participativo que tienen el objetivo de establecer un servicio local de investigación, donde los agricultores son actores clave en el desarrollo de la tecnología. En los CIAL se aprovecha la capacidad de investigación y conocimiento técnico de los agricultores. También se capacita a los agricultores para hacer investigación y son un medio excelente para vincular la investigación formal con la experimentación campesina en la realidad del campo, estimulando el compromiso de los agentes externos (investigadores) con la comunidad. Los CIAL fueron desarrollados inicialmente en Colombia y se menciona que existen un poco más de 200 en América, principalmente en el Cono Sur (Braun, et al. 1999).

Las escuelas y los comités fueron creados con diferentes propósitos, pero comparten varios principios y procesos. Ambos ofrecen la posibilidad de encontrar soluciones concretas a problemas locales, pero en su desarrollo aplican diferentes estilos de investigación y análisis, que son significativamente complementarios.

Las ECA llenan las carencias locales de conocimiento básico y aumentan la conciencia sobre los fenómenos que no son obvios o fácilmente observables. Su fortaleza está en preparar a los agricultores en el manejo de procesos agroecológicos. La fortaleza más importante de los CIAL está en la evaluación sistemática de alternativas tecnológicas pudiendo llegar a ser el canal, por el cual las comunidades de escasos recursos económicos influyan en las agendas de los sistemas formales de investigación y extensión.

Ambos modelos han logrado reunir a agricultores e investigadores en una nueva relación de respeto y

¹ Trabajo presentado en el I Simposio Internacional sobre Desarrollo Rural, Extensionismo e Investigación Participativa. Bayamo, Cuba. Diciembre 2004.

² Dr. Sc. (candidato) Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. rjarquin@tap-ecosur.edu.mx

colaboración, por lo que son un reto a los paradigmas convencionales de investigación y extensión. Las ECEA's pretenden justamente abrir ese espacio de interacción en donde la Escuela de campo sirva como elemento inicial y el Comité de Investigación de la posibilidad de seguimiento.

El programa piloto de Escuelas de Campo para Agricultores (ECEA) que se propone, integra en un solo modelo las ECA y los CIAL, de tal manera que conjuga el aprendizaje de principios que promueven las ECAS en un primer momento, con la acción a través de la investigación para solucionar problemas particulares, que promueven los CIAL en un momento posterior, que nos permita desarrollar una experiencia completa en diversos contextos cafetaleros.

Materiales y Métodos

Este trabajo ha sido promovido por el programa de Café de Conservación de International Conservation A.C. - Mexico en coordinación con el Grupo de Investigación de ECOSUR en Zonas Cafetaleras (GIEZCA) y el centro evaluador de competencias laborales de ECOSUR en la zona de amortiguamiento de la reserva El Triunfo, en el estado de Chiapas, México (Figura 1).

Objetivos

Ejecutar un programa piloto del modelo ECEA como base para el desarrollo de zonas cafetaleras.

Validar la viabilidad del modelo ECEA en diversos ambientes.

Metas

Formar 10 educadores campesinos en las mejores prácticas de café de conservación y establecer 10 ECEA's en comunidades integradas a 5 organizaciones de productores de café orgánico.

Primera etapa

Selección, formación y certificación de los Instructores y educadores campesinos. Esta etapa fue compartida entre las organizaciones de productores de café orgánico de la zona de Jaltenago, Chiapas, C.I. y el GIEZCA definiendo el perfil de los instructores, abriendo la convocatoria correspondiente, reclutar y seleccionar al personal idóneo para involucrarse en el proyecto.

Paralelamente se definieron las zonas geográficas en donde se instalarán las ECEA's, así como los mecanismos de difusión de estas. En esta etapa las organizaciones sociales con experiencia en capacitación propondrán los tiempos y las formas para tal efecto.

Segunda etapa

El personal seleccionado, capacitado y certificado como Instructor inició un proceso de formación de los educadores campesinos seleccionados por los organizadores en las comunidades basándose en la intención de establecer una Escuela de Campo. Una vez aceptada claramente la propuesta, el educador realizará el diagnóstico participativo y definirá con la comunidad el espacio físico dedicado a las actividades de capacitación.

El Educador campesino fue evaluado y certificado para emprender la integración del Grupo de Agricultores Experimentadores (GAE), quienes asistirán a la Escuela de Campo para iniciar actividades de capacitación. El programa de formación estuvo integrado por las mejores prácticas de café de conservación (MPCC) definidas en talleres participativos previos. (Tabla 1). Esta etapa se desarrolló en un tiempo de 12 meses.

Tercera etapa

Una vez conformado y consolidado el (GAE), podría proponerse a la comunidad la integración formal del CIAL. El educador campesino tendrá la tarea de organizar la asamblea para tal fin, así como de proponer campesinos experimentadores certificados como candidatos a ocupar los puestos de Líder, Secretario, Tesorero y Vocero del CIAL.

El CIAL recibirá un fondo comunitario que servirá como apoyo económico para incentivar la experimentación, para lo cual será definida en la asamblea el tipo de experimentos y los materiales necesarios para hacerlo. El fondo será rotatorio y podrá incrementarse con aportaciones propias de los productores o de algún agente externo que considere importante su contribución por el desempeño del CIAL.

La constitución y operación del CIAL deberá darse en los siguientes 18 meses. A los educadores campesinos ya formados se les ofrece la oportunidad de ser certificados por sus competencias laborales, después de ese proceso se les extiende un reconocimiento oficial o certificación de sus capacidades con valor curricular.

Parte del financiamiento del programa se obtuvo a través de organismos internacionales. El programa inició en el año 2003 y ha sido evaluado cada año, hasta terminar las primeras tres etapas en un plazo máximo de tres años.

Figura 1.



Tabla 1 Temas de Manejo de Plantaciones de Café de Conservación MPCC

I. Prácticas Agroecológicas:	
1. Manejo del Cafetal	1.1. Chaporro adecuado. 1.2. Desombra adecuada. 1.3. Manejo adecuado de los tejidos del cafeto. 1.4. Densidad de siembra de café adecuada
2. Manejo de Suelo	2.1. Sistema de Conservación de suelos. 2.2. Aplicación de abonos orgánicos. 2.3. Aplicación de foliares orgánicos al vivero.
3. Manejo Integrado de Plagas.	3.1 Implementación de un sistema adecuado de Manejo Integrado de la Broca.
4. Uso de Energía.	4.1. Secar café con energía solar. 4.2. Estufas ahorradoras de leña.
II. Prácticas de Conservación:	
5. Manejo de Bosques.	5.1. Sombra diversificada en el cafetal existente. 5.2. Restauración natural y/o reforestación selectiva de árboles nativos para diversificar sombra en el cafetal. 5.3. Recuperar áreas deforestadas por medio de restauración natural y/o reforestación selectiva para crear nuevos cafetales. 5.4. Recuperar con un manejo de rebrotes y reforestación áreas deforestadas a bosques de árboles nativos. 5.5. Faja de amortiguamiento para proteger los arroyos y nacimientos de agua.
6. Manejo de agua y desechos	6.1. Sistema para tratar aguas mieles. 6.2. Sistema para conservar el agua. 6.3. Manejo apropiado de la pulpa. 6.4. Establecimiento de un hoyo para la disposición final de los desechos inorgánicos.
III. Prácticas Socioeconómicas:	
7. Salarios y beneficios.	7.1. Pagar sueldo mínimo. 7.2. Pago equitativo a mujeres y hombres. 7.3. Pagar gastos médicos por accidentes de trabajo y/o enfermedades serias de sus trabajadores.
8. Condiciones Laborales.	8.1. Botiquín de primeros auxilios. 8.2. Acceso a agua potable. 8.3. Baño encerrado en el rancho. 8.4. Letrina encerrada en el rancho. 8.5. Alojamiento adecuado
9. Calidad y comercialización.	9.1. Producir un café de alta calidad. 9.2. Formalidad en sus contratos de venta.

Resultados

Con el programa de café de conservación los productores han incrementado sus ingresos, al comercializar mayores volúmenes y han diversificado sus oportunidades de financiamiento (tabla 2). Durante 2003 y 2004 se han formado por lo menos 20 promotores de organizaciones de café orgánico dentro del área de amortiguamiento de la Reserva Integral de la Biosfera el Triunfo. De los cuales 7 se han certificado por sus competencias laborales en el área de capacitación (Tabla 3).

Este modelo también se está desarrollando en las regiones Altos, Norte y Soconusco Sierra del Estado de Chiapas, a través de la red para el desarrollo de zonas cafetaleras impulsada por ECOSUR. Los resultados alcanzados son alentadores y muestran el empoderamiento de los promotores campesinos y sus comunidades en el uso alternativas tecnológicas compatibles con sus sistemas de producción.

Tabla 2 Cifras de resultados alcanzados con el programa Café de Conservación en el periodo 2001-2005 en Chiapas, México.

2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
6 cooperativas	6 cooperativas	2 cooperativas + ejidos	5 cooperativas + ejidos
691 socios	1,000 socios	601 socios	650 socios
44 contenedores (250 Sacos de 69 kg)	49 contenedores	40 contenedores	50 contenedores
Precio local \$ 420.00	Precio local \$ 550.00	Precio local \$ 700.00	Precio local \$ 705.00
Precio programa Orgánico \$ 800.00 Transición \$ 600-680.00	Precio programa Orgánico \$ 900.00 Transición \$ 700-750.00	Precio programa Orgánico \$ 1000.00 Transición \$ 850.00	Precio programa Orgánico \$ 110.00 Transición \$ 870.00
1065 has	2000 has	3869 has	4000 has = 4.3% superficie total del área de amortiguamiento
		C.I. FIRA	C.I. FIRA ECOSUR CONANP

Tabla 3 Participación de organizaciones y productores en las ECEA`s

Ciclo 2003 Organizaciones	Promotores en ECEA's	Ciclo 2004 Organizaciones	Promotores en ECEA's
CESMACH	10		
CYNT	7		5
ICEAAC	10		8
OPCAAC	14		
ORPAE	17		
		OPERT	9
		F.S.MORENA	1
		EJIDOS	8

LITERATURA CITADA

- Barrera J.F. , C. Junghans & R. Jarquín. 1999a. Programa Piloto de Escuelas de Campo para Agricultores: Una propuesta para México. En: Memorias del XXII Congreso Nacional de Control Biológico. Rodríguez, L E. y Escobar A. J. (Editores.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. De Méx. 28 y 29 de octubre. 258-261.
- Barrera J. F., C. Junghans & R. Jarquín. 1999b. Programa de Escuelas de Campo y Experimentación para Agricultores. En: Memorias del Taller de discusión sobre Escuelas de Campo para Productores Agropecuarios. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 12 y 13 de agosto.
- Braun A. R. Thiele G. y Fernández M. .La escuela de campo para MIP y el Comité de investigación agrícola local: plataformas complementarias para fomentar decisiones integrales en agricultura sostenible.1999. Manejo Integrado de Plagas. No. 53.Costa Rica 1-23.
- Freire, P. 1996. Pedagogía de la autonomía. Siglo Veintiuno Editores. México. 139 pp.
- Gordillo, S; G. Nava. 2003. Memorias del Taller sobre Mejores Practicas de Conservación. Proyecto Café de Conservación. C.I. Jaltenango, Chiapas. Disco Compacto.
- Jarquín,G. R. 2003. Las ECEA's: base para la implementación de proyectos de desarrollo autogestionarios en zonas cafetaleras. LEISA Revista de Agroecología. Vol. 19 No. 1 . Lima, Perú. 33-36
- Williamson, S. 1998. Understanding natural enemies; review of training and information in the practical use of biological control. BiocontrolNews and Information 19: 117N- 125N.
- Williamson S. 1999. Challenges for farmer participation in coffee research and extension.En: Memorias del Simposio de modelos de investigación participativa y transferencia de tecnología con énfasis en control biológico. Colegio de Postgraduados Montecillo, Edo. de Méx. 28-29 de octubre, 252-253.

MANEJO INTEGRADO DE NEMATODOS EN PLANTACIONES DE CAFÉ DE CENTROAMERICA^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

Este artículo fue dedicado a nuestro colega y amigo, Dr. Pierre Baujard quien falleció poco después de la redacción de este mismo. Eminente nematólogo reconocido por la comunidad científica internacional, el Dr. Pierre Baujard nos trajo una visión moderna de la taxonomía a través del enfoque integral de esta ciencia. Aunque había recién llegado a trabajar sobre los nematodos del café, sus ideas nuevas y originales tuvieron una influencia decisiva en la orientación de nuestros trabajos, en particular sobre el género *Pratylenchus* para el cual había iniciado un arduo trabajo de revisión taxonómica. Extrañamos al profesional y al amigo que fue para nosotros.

¹ Se presenta la versión revisada de este artículo, originalmente publicado en francés e inglés en el número especial "Recherche et Caféculture" de la revista *Plante Recherche Développement* (2002, p. 118-133). Algunos datos fueron actualizados en relación con la reciente identificación/descripción de especies de nematodos. Por limitaciones de espacio a nivel de edición del boletín de Promecafé, no se publica la lista de referencias bibliográficas. Invitamos los lectores a consultarla en el artículo original. Para referencia: Villain, L., Baujard, P.; Anzueto, F., Hernandez, A. and Sarah, J.L. (2002). Integrated protection of coffee plantings in Central America against nematodes. *Plante Recherche Développement* (Special issue: Research and coffee growing), 118-133

Los nematodos ocasionan considerables daños en las plantaciones de café de América Latina (Campos *et al.* 1990). En Centroamérica, con excepción de Honduras, donde solamente se han observado ataques en una pequeña zona fronteriza con Nicaragua, los demás países presentan infestaciones generalizadas de nematodos en la mayoría de sus zonas cafetaleras (Villain *et al.* 1999). Además, la mayoría de las variedades actualmente cultivadas de *Coffea arabica* son susceptibles a un gran número de especies de nematodos presentes en la región (Hernández 1997, Bertrand *et al.* 1999, Villain *et al.* 2000). Por lo tanto, se trata de una significativa limitación a la economía cafetalera. Las pérdidas ocasionadas por los nematodos se reflejan no solamente en las pérdidas de producción sino también en los costos de resiembras de cafetos severamente atacados.

Los nematodos no son un problema reciente en el cultivo tradicional de *C. arabica*. Hace más de un siglo Zimmermann observó en Java, en 1888, la destrucción total de cafetales de *C. arabica* ocasionada por los ataques de una especie de nematodo que describió como *Pratylenchus coffeae*. Más tarde, en 1935, Alvarado observó severos daños en Guatemala, causados por *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne sp.* (describiendo desde ya, síntomas de corchosis relacionados hoy día con la especie *M. paranaensis*). Debido a que estos organismos viven en el suelo, son de tamaño microscópico, y que a menudo no causan síntomas específicos en las partes aéreas de los cafetos, los nematodos no son detectados fácilmente, por ello su impacto económico ha de haber sido subestimado por largo tiempo. Sin embargo, una creciente valoración de su importancia económica, relacionada con la intensificación de la caficultura, ha conducido al establecimiento de la cooperación entre los socios de

Promecafé, el CIRAD y el IRD, con el propósito de desarrollar estrategias de combate a los nematodos parasíticos del café, privilegiando la vía genética a través de la selección de material resistente.

Un problema fitosanitario difícil de detectar y evaluar

Falta de síntomas típicos

El daño causado por los nematodos a las raíces afecta las funciones de nutrición mineral y de absorción del agua (Wilcox-Lee y Loria, 1987). Estas alteraciones fisiológicas conducen a un lento crecimiento y una clorosis de las hojas que puede evolucionar en un rápido paloteo y agotamiento (die back) de la planta. Los síntomas aparecen gradualmente y en forma focal. Cuando los productores y extensionistas ven estos síntomas atípicos, con frecuencia los atribuyen a deficiencias nutritivas, toxicidad, bajo pH o falta de agua. Cuando se logra confirmar un ataque de nematodos, generalmente ya es demasiado tarde para intervenir con medidas curativas, ya que el sistema radicular ha sido bastante destruido. Aún observando las raíces no es fácil reconocer los síntomas, especialmente en el caso de *Pratylenchus spp.*, que causa necrosis no característica en el cortex de la raíz.

Los síntomas ocasionados por el ataque de *Meloidogyne spp.* son más fáciles de detectar, ya que varias especies causan agallas u otros síntomas espectaculares como el de la corchosis. Esto explica porque se atribuyen a este género, la mayoría de los problemas sanitarios del suelo.

² VILLAIN, L. Ph. D CIRAD/Promecafé hasta jun.2004. Actualmente CIRAD-Instituto Agronómico de Campinas, IAC/CCPT, Sao Paulo, Brasil.

³ BAUJARD, P. Ph. D IRD France,

⁴ ANZUETO, F., FIGUEROA, P. Ph. D e ing agr. respectivamente, ANACAFE, Guatemala,

⁵ HERNANDEZ, A. Ph. D. F.Procafe, El Salvador,

⁶ SARAH, J.L. Ph. D. CIRAD, France

Necesidad, beneficios y limitaciones del diagnóstico. Las dificultades en la identificación de los síntomas ocasionados por los nematodos hacen necesario el diagnóstico nematológico (Sarah, 1996) El mismo es un requisito indispensable en viveros para asegurar que las poblaciones de nematodos no sean dispersadas, especialmente las especies y patotipos que pueden constituir amenazas fitosanitarias para la caficultura.

Las medidas profilácticas preventivas son muy importantes ya que los nematodos son fácilmente diseminados por el transporte de plantas o suelo y que es muy difícil erradicar estos parásitos una vez sus poblaciones ya están establecidas en el campo.

Aunque el diagnóstico es un instrumento valioso en la toma de decisiones, su propósito no es de informar sobre la necesidad de aplicar o no un control químico curativo, el cual a menudo ha resultado poco eficiente y requiere ser aplicado de manera continua para que las poblaciones no vuelvan a alcanzar umbrales económicos de daño, es decir el nivel de población del parásito que genera pérdidas económicas por daño ya iguales al costo de control (Campos *et al.* 1990, Villain *et al.* 1999). Además, es imposible definir umbrales económicos estándar a ser utilizados de manera generalizada ya que estos dependen de un gran número de factores bióticos y abióticos (Sarah 1996). En particular, se debe de tomar en cuenta la gran variación de patogenicidad observada entre las especies de nematodos que parasitan los cafetos. Además, las comunidades de nematodos presentes en las plantaciones de café son a menudo complejas es decir que varias especies atacan al mismo tiempo, como es caso común en el trópico (Luc y Reversat, 1985). En este caso, ¿como ponderar la importancia patogénica de cada especie o patotipo? Además otros parásitos del suelo, como bacterias y hongos, pueden estar asociados al ataque de nematodos y contribuir a la intensidad de los daños ocasionados a la planta. Este es el caso en Costa Rica, donde la combinación de *Fusarium oxysporum* y *Meloidogyne arabicida*, induce el síndrome conocido como “corchosis” (Bertrand *et al.* 2000^a). El grado de susceptibilidad del caféto puede variar dependiendo de su genotipo, edad y si se trata de una planta injertada o no. El impacto de los nematodos sobre la planta también depende de las condiciones del suelo: fertilidad, duración y severidad del estrés hídrico. Otra dificultad es como estimar con precisión los niveles de población de nematodos puesto que estos tienen una distribución espacial agregativa (distribución en focos), que requiere métodos especiales de muestreo estadístico con un número de muestras mucho más amplio del que se realiza generalmente (Sarah 1991; Cilas *et al.* 1993).

Los niveles de población observados también dependen de la época de muestreo, ya que estos mismos varían con grandes amplitudes durante el ciclo fenológico de los cafetos de acuerdo con las estaciones climáticas. Este es el caso por ejemplo de *Pratylenchus spp.* (Villain 2000) y *Meloidogyne spp.* (Huang *et al.*

1984; Toledo y Sierra 1999). También hay diferencias en el equipamiento y/o proceso de muestras de un laboratorio a otro, produciendo amplias variaciones en las estimaciones de poblaciones de nematodos y por lo tanto volviendo difíciles las comparaciones de resultados.

Por lo tanto el diagnóstico consiste ante todo en una herramienta que permite confirmar o no la presencia de nematodos. Debe emplearse sistemáticamente en viveros, en la renovación de cafetales viejos, en el establecimiento de nuevas plantaciones y donde se observe agotamiento de cafetos (die-back). En la mayoría de casos, el diagnóstico de laboratorio permite identificar el (los) género(s) presente(s). Debería también proporcionar la identificación de especies y patotipos (razas), sin embargo este nivel de identificación requiere herramientas y métodos todavía poco disponibles en los laboratorios de diagnóstico, tales como la microscopia electrónica, los análisis moleculares y enzimáticos. Sin embargo, estas identificaciones son esenciales para definir estrategias adecuadas de control, especialmente en lo que toca escoger el germoplasma óptimo (resistente) de café para sembrar. Lo anterior plantea la conveniencia de desarrollar técnicas confiables de diagnóstico de fácil aplicación y de realizar monitoreos sistemáticos para poder contar con un inventario cartográfico de las especies y tipos patogénicos que afectan cada zona cafetalera.

Particularidades de la caficultura centroamericana

Un monocultivo que favorece a los nematodos. Una de las características principales de este cultivo es la presencia de grandes áreas de monocultivo de café que fueron plantadas desde el final del siglo 19 y en muchas parcelas sin rotación de cultivos. Esto ha favorecido, a largo plazo, el desarrollo y la diseminación de los nematodos, cuyas poblaciones se han adaptado bien al hospedero.

Agroecosistemas frágiles sensibles a los tratamientos fitosanitarios.

En Centroamérica los cafés Arábica son cultivados principalmente en tierras de montaña, donde las condiciones climáticas se caracterizan por lluvias intensas pero también por períodos de marcado déficit hídrico. Estos agro-ecosistemas son muy frágiles especialmente en cuanto a los suelos, de origen volcánico en su mayoría, con bajas tasas de mineralización de la materia orgánica y una textura franco-arenosa que favorece la infiltración del agua. Debido a su ubicación, mayormente entre 800 y 1600 msnm, las fincas cafetaleras tienen un papel muy importante en el ciclo hidrológico de las cuencas.

Estas fincas constituyen áreas importantes de escurrimiento superficial y de flujo subterráneo de agua, en particular en suelos andosólicos predominantes en la región. Estas características climáticas, topográficas y pedológicas inducen ciertas dificultades y peligros con la aplicación de nematicidas. El uso de estos pesticidas altamente tóxicos, puede por todas estas razones representar un severo peligro de contaminación de las aguas superficiales o del mantel freático.

Intensificación del cultivo y su impacto sobre las poblaciones de nematodos y los daños que ocasionan.

La intensificación del cultivo desde principios de la década de los 70 ha tenido consecuencias significativas en los ataques de nematodos. Un cambio principal ha sido la reducción o eliminación de sombra en los cafetales, lo cual ha inducido mayor producción pero a la vez ha hecho este cultivo más susceptible al ataque de nematodos. Los cafés Arábica tienen ciertas particularidades fisiológicas, que hacen que su balance nutricional en relación a la exposición solar es extremadamente importante. Los cafetos cuya floración es mayor a plena exposición tienen a diferencia de otras plantas leñosas, la particularidad de no tener mecanismos que les permitan purgar un exceso de carga fructífera, de acuerdo con sus recursos propios en carbohidratos y minerales (Cannell, 1985).

Cualquier evento que restrinja la nutrición del cafeto, tal como la pérdida de raíces ocasionada por ataques de nematodos durante el período de llenado de los frutos tiene serias consecuencias sobre su estado vital. Un estudio realizado en Guatemala sobre las fluctuaciones poblacionales de *Pratylenchus spp.*, muestra que existe un pico poblacional de gran amplitud al principio de la época de llenado de los frutos, en junio-julio, lo cual conduce a una rápida y gran destrucción de raíces absorbentes (Villain *et al.* 2000). La eliminación de árboles de sombra también tiene otros efectos adversos, ya que estos ayudan a regular factores climáticos, tal como el déficit hídrico y las altas temperaturas diurnas, especialmente en regiones de marcada estación seca; creando así un microclima favorable al café (Wilson 1985, Beer *et al.* 1998).

Además, la materia orgánica de hojas caídas y de la poda de árboles de sombra ayudan a mejorar la fertilidad del suelo. Todos estos efectos múltiples y favorables de la sombra tienen repercusión sobre la tolerancia global de los cafetos a las diferentes formas de estrés que sean de origen abiótico, como los causados por fenómenos naturales; ó biótico como el ataque de nematodos. Estos mismos pueden también influir sobre el grado de susceptibilidad o resistencia del germoplasma de café. La abundancia de mantillo (mulch) acumulado también suele tener un efecto depresivo sobre ciertas poblaciones de nematodos, al fomentar el desarrollo de microfauna y microflora antagonicas (Sayre 1971, Stirling 1991).

En una región de marcada estación seca de Guatemala se comprobó una correlación negativa entre los niveles de población de *Pratylenchus sp.* en raíces de porta-injertos *Coffea canephora* de conocida resistencia parcial, y los grados de sombra (Villain *et al.* 2000).

Por otra parte, la sombra no mostró relación significativa en las poblaciones de este nematodo en las raíces de cafetos *C. arabica* sin injerto, posiblemente debido a que la alta susceptibilidad de estos enmascara los efectos de la sombra. Se necesitan estudios adicionales para identificar y evaluar el impacto de las prácticas de cultivo sobre la expresión general de los factores de resistencia a los nematodos.

La intensificación también involucró nuevas variedades de café, de porte bajo, primero el Caturra y Catuai; y más tarde aunque en menor grado, Catimores y Sarchimores. La alta productividad de estas variedades está asociada con menor tolerancia al ataque de nematodos, para estas variedades a menudo susceptibles a las especies más patogénicas de nematodos ya que el principal criterio de selección de éstas variedades, no había sido la resistencia a nematodos sino la resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), considerada entonces como una amenaza grave a la caficultura cuando esta enfermedad hizo su aparición en Latinoamérica.

Por otra parte, la creciente aplicación de nitrógeno para satisfacer la demanda de estas variedades en relación con sus altas densidades de siembra, prontamente condujo a la acidificación de los suelos y a ciertos desbalances nutricionales en las plantas (Bornemisza *et al.* 1999) y en consecuencia, se incrementó la incidencia de los ataques de nematodos.

Además de ello, la alta densidad de cultivo favoreció una diseminación más rápida de los nematodos a partir de los focos de infestación, ya que al estar más próximos los cafetos, sus sistemas radiculares llegan a entrelazarse muy rápidamente.

¿Porque el control integrado de nematodos?

Las limitaciones del control químico.

En los sistemas intensivos de producción de café, los nematicidas aún se utilizan ampliamente, pero en muy raros casos de manera racional. Existen muchos obstáculos para su utilización. Su alto costo los hace a menudo inaccesibles a los pequeños productores, pero también en estos tiempos de crisis, a los caficultores medianos y grandes, quienes se han visto en la necesidad de reducir drásticamente sus costos de producción. Durante esta época de gran dificultad económica, se ha observado una drástica reducción o cancelación de los tratamientos con nematicidas, sin la adopción de una estrategia alternativa de control. Aún los tratamientos preventivos en semilleros y

viveros, que son esenciales en zonas infestadas, han sufrido el efecto de los bajos precios del café.. Desde el punto de vista ecológico, los nematicidas, siendo biocidas de amplio espectro y alta toxicidad, pueden tener efectos adversos a la actividad biológica del suelo. Además de ello, las condiciones ambientales, es decir la naturaleza de los suelos a menudo de origen volcánico, la topografía de montaña y los climas típicos de las zonas cafetaleras a menudo caracterizadas por una alta pluviosidad, incrementan los riesgos de contaminación por los nematicidas.

Varios estudios han demostrado que los nematicidas actualmente usados, no son muy eficientes en plantaciones establecidas (Campos *et al.* 1999). Villain *et al.* (2000) demostraron la ineficiencia de tratamientos en la protección de cafetos arábica sin injerto contra ataques de *Pratylenchus* sp. aun con tratamientos de 1 a 2 g de trebufos por planta dependiendo su edad y dos veces al año. Por otra parte, los mismos autores observaron en cafetos injertados sobre *C. canephora* un incremento de producción del 10% para las plantas tratadas con nematicida. Sin embargo, esta ganancia no podrá siempre justificar económicamente el tratamiento, dependiendo de sus costos y de los precios de venta del café. Posiblemente se pueda mejorar la eficacia de los tratamientos nematicidas al incrementar su frecuencia y dosis por planta, particularmente si se toma en cuenta la edad de los cafetos para adaptar la dosis al crecimiento del sistema radicular, que debe ser protegido en su totalidad. Sin embargo tal intensificación de las aplicaciones de nematicidas parece difícil de considerar ya que a menudo, las modalidades actuales de control químico, desde ya, no son compatibles con las restricciones económicas y ecológicas antes mencionadas. Por lo tanto, los nematicidas deben de considerarse como una herramienta de control limitada al tratamiento de sustratos de semilleros y viveros de café, mientras se pueda proponer al productor otras alternativas de control eficientes para prevenir la diseminación de nematodos en plantaciones a través del transporte de plantas de viveros.

Métodos alternativos: complementariedad y dificultad de aplicación.

Las diversas restricciones así como la baja efectividad de los nematicidas hacen necesario el desarrollo de métodos alternativos, si es que se intenta proseguir con el sistema intensivo de cultivo de café arábica en forma sostenible en Centroamérica. Se ha apostado por el mejoramiento genético como principal alternativa de control, buscando material resistente a las diversas especies de nematodos de la región, esto como parte de una estrategia de manejo integrado de estos parásitos fomentada mediante la cooperación científica entre CIRAD, IRD y Promecafé (Bertrand *et al.* 1999; Villain *et al.* 1999). Sin embargo, la selección de resistencias genéticas requiere de un profundo conocimiento de las especies y patotipos encontrados en café.

Los métodos de control biológico o cultural no han sido utilizados ampliamente todavía y valdría la pena estudiar sus potenciales y posibilidades de uso. La alternancia de tierras en descanso o la rotación de cultivos, particularmente si se incluyen plantas con propiedades nematicidas o que suprimen poblaciones de nematodos son alternativas utilizadas en otros cultivos tropicales (Sarah, 1996) y sería valioso estudiar sus aplicaciones en café. También lo sería observar el control biológico por medio de microorganismos antagonicos tales como bacterias, en particular *Pasteuria penetrans* que aparece según estudios recientes llevados en Brasil como un agente promisorio para el control de *Meloidogyne* spp., hongos, nematodos predadores y otros. Sin embargo, muchos de estos organismos tienen cierto grado de especificidad en su antagonismo que sea parasítico o predatorio, con respecto a los nematodos fitoparásitos (Stirling 1991), hecho que se debe de considerar en relación con la gran diversidad revelada de especies parasitando los cafetos. Probablemente, será necesario entonces, recurrir a un uso simultaneo de diferentes agentes biológicos de control que presenten diferentes tipos complementarios de antagonismo, dependiendo de las especies y patotipos de nematodos fitoparásitos presentes. Han fallado numerosos intentos de control biológico de poblaciones de nematodos fitoparásitos en el mundo en diferentes cultivos. Es indudable que se requerirán todavía numerosos estudios para que tales métodos de control puedan ser exitosamente adaptados a las condiciones de campo (Sikora *et al.* 2000).

Biodiversidad del complejo de nematodos del café en Centroamérica.

En consecuencia, el inventario y la caracterización biológica de la diversidad de nematodos que afectan al café es una prioridad para desarrollar métodos de control adaptados a las comunidades presentes de nematodos. Los nematodos en su conjunto a menudo son vistos como un solo y mismo problema fitosanitario, sin embargo los que causan mayores daños a la caficultura centroamericana pertenecen a dos géneros muy diferentes *Meloidogyne* spp. o nematodos agalladores y *Pratylenchus* spp. o nematodos lesionadores de la raíz (Campos *et al.* 1990; Villain *et al.* 1999). Los nematodos de ambos géneros son endoparásitos, es decir que al menos una parte del ciclo biológico se desarrolla dentro de las raíces, pero sus otras características biológicas son muy diferentes. Los nematodos agalladores, *Meloidogyne* spp, son llamados sedentarios, ya que los juveniles constituyen el único estadio libre e infestante. Estos nematodos desarrollan relaciones químicas estrechas con el hospedero, secretando toxinas específicas que inducen la formación por el hospedero de sitios nutritivos en la forma conocida de agallas, que son indispensables para su desarrollo y reproducción. Como resultado,

se presentan altos niveles de especificidad para estas relaciones entre parásito y hospedero.

Por otra parte, los nematodos lesionadores son llamados endoparásitos migratorios. Todos los estadios, desde los juveniles de segundo estadio que eclosionan del huevo hasta los adultos, son libres y susceptibles de movilizarse dentro de la raíz o de migrar en el suelo hacia otras raíces. En general, estos nematodos solo atacan al cortex de las raíces. A pesar de la simplicidad relativa de este tipo de parasitismo, numerosos estudios han demostrado la existencia de especificidades en las relaciones hospedero-parásito para diferentes especies de *Pratylenchus*, aún para diferentes poblaciones de la misma especie. Aparecen entonces diferencias biológicas fundamentales entre los dos géneros mencionados, con consecuencias importantes en la escogencia de estrategias de control alternativas al control químico.

La biodiversidad llega a un nivel aun más complejo cuando se considera, no solamente los géneros, sino también todas las especies que pueden afectar al café. Esta diversidad interespecífica es difícil de evaluar, tanto para los nematodos agalladores como para los lesionadores. Su caracterización, que por largo tiempo estuvo basada solamente en rasgos morfológicos, los cuales varían significativamente a nivel de una especie, algunas veces rindió identificaciones incorrectas. Otras veces, dio por resultado la descripción de nuevas especies sin ningún fundamento biológico aceptable, o bien, una subestimación de la diversidad dentro de las poblaciones presentes por confusión entre *taxa* diferentes pero con grandes similitudes morfológicas. Un número muy reducido de especies con impacto económico para la caficultura centroamericana era reportado mediante los estudios taxonómicos basados en observaciones morfoanatómicas, al inicio de la década de 1990: *P. coffeae*, *M. incognita* y *M. exigua* (Villain et al. 1999). A partir de entonces, el uso de técnicas más efectivas, como la microscopía electrónica, el análisis enzimático y los estudios moleculares así como biológicos, han demostrado una biodiversidad insospechada de nematodos patogénicos para el café en la región.

El caso de los nematodos agalladores
Los métodos taxonómicos convencionales, como la observación de patrones perineales (patrón cuticular alrededor del ano de hembras, observado bajo microscopio óptico), demostraron ser insuficientes para la identificación confiable de la mayoría de las especies de *Meloidogyne*, debido a la significativa variabilidad intraespecífica de tales caracteres morfológicos. Los estudios de sistemas de isoenzimas (proteínas específicas), especialmente de estererasas que actualmente se utilizan para identificar especies del género *Meloidogyne*, han revelado una importante diversidad interespecífica entre los nematodos agalladores de Centroamérica (Hernández, 1997). La existencia de *M. exigua* ha sido confirmada en

Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Un estudio enzimático de la especie *M. arabicida*, descrito por López y Salazar (1989), basado únicamente en criterios morfológicos, reveló un perfil original, confirmando la validez de la misma (Hernández, 1997). Su distribución aparentemente está limitada a una región de Costa Rica. Por otra parte, *Meloidogyne arenaria*, una especie mencionada únicamente una vez, sobre *C. canephora* en Jamaica (Campos et al. 1990); recientemente fue detectada en El Salvador. Un reporte para la región, ha sido también, la detección de *M. hapla* en una zona elevada del norte de Guatemala así como en una zona cafetalera alta de El Salvador. Esta especie, mejor adaptada a climas templados, había sido observada en café únicamente en Brasil, Tanzania, Republica Democrática del Congo y la India (Campos et al. 1990). Nuevos perfiles enzimáticos también han sido revelados en este caso.

Gracias a los análisis esterásicos y luego moleculares (Anzueto, 1993; Hernández, 1997, Carneiro et al., 2004), se ha podido determinar que la especie dominante en Guatemala no es *M. incognita* como lo reportaban estudios anteriores basados en criterios morfológicos (Chitwood y Berger, 1960), sino *M. paranaensis*. Esta especie fue descrita en Brasil, donde también fue confundida durante mucho tiempo con *M. incognita* debido a su similitud morfológica (Carneiro et al. 1996). Dos nuevos perfiles esterásicos han sido revelados en El Salvador (Hernández, 1997). Uno de ellos caracterizado por cuatro bandas (nombrado como Sal4) parece ser predominante (en 24 de 25 muestras). Estas poblaciones de *Meloidoggne sp.* están bajo estudios morfológicos y moleculares para ser próximamente descritas como nueva especie.

En Guatemala, una población recién colectada en el suroeste del país con síntomas particulares de corchosis (gran profusión de agallas en la raíz pivotante) y aparentemente muy agresiva podría según los análisis enzimáticos y moleculares ser relacionada con *M. arenaria* (Carneiro, comunicación personal) y está actualmente en estudio para validar su identificación. Esta diversidad de nematodos agalladores del café revelada en Centroamérica también se traduce en una alta variabilidad patogénica en *C. arabica*. A pesar de la fuerte presión parasitaria en café Arábica bajo condiciones controladas de laboratorio, no se ha visto todavía un daño significativo asociado a *M. exigua* en las plantaciones bien manejadas de Centroamérica (Hernández, 1997). Las inoculaciones con *M. arenaria* bajo condiciones controladas, han demostrado una alta capacidad reproductiva, similar a la de *M. exigua* en diferentes variedades o líneas semi-silvestres de *C. arabica* (Hernández 1997). Aunque hay todavía poca información sobre los daños que pueda ocasionar esta especie a nivel de campo, la presencia en Guatemala de *M. arenaria* relacionada con síntomas severos sobre cafetos si está confirmada, estos resultados consolidarían la tesis de considerar esta especie dentro de los nematodos agalladores de mayor importancia económica para la caficultura centroamericana. En

cuanto a las poblaciones de *M. paranaensis* de Guatemala, estas son altamente patógenas para todos los cultivares de Arábica (Anzueto, 1993; Hernández, 1997).

Los síntomas se manifiestan en hinchazones corchosas, resultado de extrema suberización del cortex de las raíces, que pueden observarse en todas las raíces lignificadas incluyendo la raíz pivotante, y que resultan en la progresiva y total destrucción del sistema radicular. Este síndrome conocido como corchosis también se ha visto en grado similar, asociado con ataques de *M. arabicida* en Costa Rica, en casos destruyendo plantaciones enteras. (López y Salazar, 1989; Bertrand *et al.*, 2000^a).- También se ha observado este síndrome en otras regiones, asociado a ataques de *M. konaensis* en Hawai (Eisemback *et al.*, 1994), *M. paranaensis* en Brasil (Carneiro *et al.*, 1996) y poblaciones identificadas como *M. incognita* en México (Castillo *et al.*, 1995). En El Salvador, las poblaciones *Meloidogne sp.* (nuevos tipos esterásicos) se muestran altamente agresivas en el campo causando alta mortalidad de cafetos en plantaciones de café Arábicas. En este mismo país el daño causado por *M. hapla* en plantaciones de Arábicas es relativamente alto.

Diversidad de nematodos lesionadores

El *Pratylenchus coffeae*, descrito inicialmente en café en la isla de Java por Zimmermann (1898), es la especie más reportada en café dentro de este género y a la que se atribuyen los mayores daños en viveros y plantaciones (Campos *et al.*, 1990; Villain, 2000). Se ha sugerido que este nematodo tiene el mismo origen geográfico del banano y plátano: las islas del Pacífico y países asiáticos vecinos, desde donde pudo extenderse a todo el mundo a través del intercambio de material vegetal Bridge *et al.* (1997). Dos nuevas especies, morfológicamente similares a *P. coffeae*, fueron descritas sobre café, una en Panamá: *P. panamaensis* (Siddiqi *et al.*, 1991) y la otra en Costa Rica: *P. gutierrezii* (Golden *et al.* 1992). Sin embargo la patogenicidad de estas especies en café sigue desconocida. Mas recientemente, la identificación de una población de *Pratylenchus* colectada sobre cafetos en Guatemala según los criterios morfológicos clásicos condujo a resultados contradictorios entre los laboratorios consultados: *P. coffeae*, *P. loosi* y *P. gutierrezii* (Villain, 2000). Lo anterior es una clara ilustración de la dificultad de identificar especies de este género estenomórfico (que presenta poca variabilidad morfológica entre las especies que le pertenecen) como lo cualifica Luc (1987).

Por lo tanto se condujeron estudios para caracterizar poblaciones de *Pratylenchus* colectadas sobre café en varias regiones de Guatemala con diversas condiciones agroecológicas. Estos estudios se llevaron a cabo según un enfoque integral utilizando cuatro tipos diferentes de investigación. Estudios morfológicos fueron realizados bajo microscopio electrónico de barrido para observar caracteres estables a nivel intra-específico y que permiten discriminar diferentes especies (Corbett y Clark, 1983; Baujard *et al.* 1990).

Los estudios biológicos realizados sobre: 1) el modo de reproducción y la interfecundidad (compatibilidad reproductiva) entre diferentes poblaciones, 2) la capacidad reproductiva *in vitro* en relación con la temperatura, 3) la dinámica de penetración en las raíces, y 4) la capacidad de reproducción y la patogenicidad en especies de *Coffea sp.* También se estudiaron las fluctuaciones estacionales de las poblaciones y se evaluaron los daños a nivel de campo. Por último, se hicieron estudios moleculares (Hervé, 1997; Villain *et al.*, 1998; Villain, 2000; Villain *et al.* 2000) para complementar la información obtenida sobre estas poblaciones de *Pratylenchus*. Los resultados revelaron una importante biodiversidad entre las poblaciones colectadas cuyo modo de reproducción es amfimictico obligatorio (únicamente sexual), con la diferenciación de dos grupos aislados a nivel reproductivo, morfológico, biológico y molecular. Tres de estas poblaciones encontradas en Guatemala, que se aparean entre si y presentan parámetros biológicos y morfológicos similares, parecen pertenecer a la misma especie, pero diferente a *P. coffeae* y *P. loosi* (Villain *et al.* 1998). Una de estas poblaciones presenta características biológicas *in vitro* y un genoma que son muy similares a los de una población colectada sobre café en El Salvador (Hervé, 1997). Esta misma es igualmente muy cercana, en términos genéticos (rDNA secuencia D2/D3) y morfológicos, a otra población colectada en Costa Rica, la cual resultó ser genéticamente distante del topotipo (*individuos colectados en el sitio de origen de la población de referencia de una especie*) de *P. gutierrezii* (Duncan *et al.*, 1999). Por lo tanto podría tratarse de una especie nueva, aunque también podría ser una especie ya descrita pero nunca antes encontrada en café. Dos de estas poblaciones de Guatemala mostraron un alto grado de patogenicidad y una alta capacidad de reproducción en *C. arabica cv. Catuai* bajo condiciones controladas de inoculación, en concordancia con la observación de graves daños provocados en el campo (Villain *et al.*, 1998; Villain, 2000; Villain *et al.* 2000).

En el caso de que estas diversas poblaciones colectadas en Guatemala, El Salvador y Costa Rica pertenezcan a una misma especie de *Pratylenchus*, sería altamente probable que tenga una amplia distribución en toda Centroamérica. Además, de acuerdo al estudio sobre fluctuaciones poblacionales en el campo, esta especie parecería bien adaptada a un amplio rango de altitudes, desde 450 hasta 1200 msnm, lo cual coincide con la mayoría de las condiciones climáticas de las diversas zonas de cultivo de café Arábica en la región. Otras dos poblaciones de Guatemala resultaron ser muy similares morfológicamente y presentan también una capacidad de reproducción y un optimum térmico muy similares *in vivo*. Sin embargo, estas dos poblaciones estaban aisladas en términos de reproducción y eran muy diferentes en cuanto a su patogenicidad en *C. arabica* (Villain *et al.*, 1998). Una de estas, que fue colectada en el borde de la planicie costera del Pacífico (400 msnm) sobre patrones porta-injerto de *C. canephora*, mostró tener una alta

capacidad parasítica y patogénica en *C. arabica*. La otra población, procedente de la región norte, fue colectada de cafetos Arábica, a 1200 msnm, resultado ser, al contrario, ligeramente patogénica en *C. arabica*. Las características biológicas y morfológicas de ambas especies coincidieron con las ya mencionadas para *P. coffeae sensu lato*. Pudiera tratarse de especies gemelas (*Poblaciones naturales morfológicamente similares o idénticas, pero reproductivamente aisladas*).

La clarificación del status de las poblaciones de *Pratylenchus* que parasitan los cafetos requiere la revisión de todas las especies morfológicamente cercanas que ya han sido descritas, caracterizándolas tanto a nivel morfológico como biológico y molecular. Un gran número de identificaciones de nematodos lesionadores encontrados en café así como las descripciones de algunas especies morfológicamente similares a *P. coffeae*, y aún esta misma especie participan en la confusión sobre a definición de *P. coffeae*, de acuerdo con Baujard. El sitio referencial para este taxón nunca ha sido identificado con precisión.

Para las especies amfimícticas (reproducción sexual), se necesitara conducir estudios sobre la inter-fertilidad entre poblaciones colectadas y los topotipos de las especies descritas, aplicando el concepto biológico de especies (*especie = grupos de poblaciones naturales interfecundas y aislados de otros grupos equivalentes a nivel reproductivo según Mayr, 1942*). La patogenicidad variable pero a menudo alta de las poblaciones estudiadas demuestra la importancia económica de los nematodos lesionadores, sin embargo a menudo considerados como secundarios en relación con los nematodos agalladores, para el cultivo de café. Actualmente, numerosas poblaciones de *Pratylenchus* de la region son criadas en el Laboratorio de Nematología del Cirad en Francia y son estudiadas a nivel molecular con la colaboración de otros centros científicos

La necesidad de monitoreos regionales. La diversidad observada en un limitado número de poblaciones de los dos géneros, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, señala la necesidad de monitoreos en todas las zonas representativas de producción de café de Centroamérica, con el propósito de establecer un inventario completo de las especies y patotipos encontrados en café, con indicación de su distribución geográfica. Hacia ese objetivo, el CIRAD, IRD y el INRA (de Francia) han conjuntado esfuerzos para desarrollar, en cooperación con Promecafé y sus instituciones miembros, proyectos destinados a: *i*) completar el inventario y mapeo de las especies de dichos géneros, caracterizando especies y patotipos, particularmente a través de su patogenicidad sobre *Coffea spp.*; *ii*) desarrollar herramientas confiables para su identificación, utilizables en rutina por los laboratorios de diagnóstico.

Perspectivas de control integrado del complejo de nematodos del café.

La biodiversidad de los nematodos del café en Centroamérica, complica la elaboración de un control genético a nivel regional, ya que para ello es fundamental encontrar genotipos de café con resistencias a las diversas especies y patotipos presentes en la región.

Fuentes de resistencia a los nematodos agalladores de Centroamérica:

Algunos cultivares de Catimor y Sarchimor son resistentes a *M. exigua* (Bertrand *et al.*, 1999). También se han observado niveles promisorios de resistencia a poblaciones de *Meloidogyne sp.* de Guatemala, en ciertas líneas semi-silvestres de *C. arabica* originarias de Etiopía (Anzueto, 1993; Hernández, 1997). Sin embargo no son efectivas con respecto a *M. exigua*, *M. arenaria* y las dos especies de El Salvador con nuevos perfiles esterásicos (Hernández, 1997). Estas líneas etiopes resultan ser de interés como fuentes de resistencia a por lo menos algunas poblaciones de *Meloidogyne*, y por lo tanto pueden ser útiles en los programas actuales de mejoramiento genético de creación de híbridos F1 Arábicas o de porta-injertos Arabusta, mediante cruces interespecíficos con ciertos clones de *C. canephora* que también tienen genes de resistencia a estos parásitos (Bertrand *et al.*, 1999). En Guatemala, donde la injertación en café se practica desde hace cerca de cuatro décadas, se hicieron observaciones empíricas de campo que revelaron la susceptibilidad de la mayoría de porta-injertos *C. canephora* utilizados a las poblaciones de *Meloidogyne* presentes en el país (Villain *et al.*, 1999). De hecho, los estudios recientes muestran que la mayoría de clones Robusta de la colección del CATIE son susceptibles a estas poblaciones de nematodos (Anzueto, 1993). Sin embargo, dos de estos clones presentan un alto nivel de resistencia a las poblaciones guatemaltecas de *Meloidogyne paranaensis* y también a una de las dos especies no identificadas, encontradas en El Salvador (Bertrand *et al.*, 2000b). Estos dos clones de *C. canephora* (especie alógama) fueron cruzadas para producir el híbrido denominado variedad Nemaya, por Promecafé (Bertrand *et al.*, 1999).

La resistencia de *C. arabica* a *Meloidogyne* parece ser gobernada por uno o dos genes, mientras en *C. canephora*, la base genética de sus resistencias sería aparentemente mucho más compleja con un determinismo probablemente poligénico (Bertrand *et al.*, 2000b y 2000c).

Fuentes de resistencia genética a los nematodos lesionadores de la raíz:

La injertación sobre *C. canephora*, ampliamente utilizada en Guatemala en zonas infestadas con

Pratylenchus, asegura un control efectivo de estos nematodos, aún cuando se usan patrones no seleccionados (Villain *et al.*, 2000). La práctica fue desarrollada en el país (método Reyna) hace tiempo, antes de que la resistencia de *C. canephora* a *Pratylenchus* fuese demostrada, basándose en la idea de que esta especie de café fuera al menos tolerante (Schieber, 1966; Reyna 1968, 1963).

Sin embargo, los estudios recientes han demostrado que realmente existen factores de resistencia de *C. canephora* a *Pratylenchus spp.* (Villain, 2000; Villain *et al.*, 2000). A nivel preinfectioso, el cultivar Nemaya ha mostrado ser muy poco atractivo para dos poblaciones guatemaltecas de *Pratylenchus* perteneciendo a dos especies diferentes. Sin embargo, ninguna estructura histológica que permita impedir o dificultar la penetración de nematodos en las raíces, ha sido detectada. A nivel post-infectioso, también se han observado factores de resistencia en la progenie de polinización abierta de los padres del cv. Nemaya, con respecto a poblaciones de *Pratylenchus* en Guatemala. Los anteriores resultados pueden vincularse con la abundancia de polifenoles observados en las raíces de plántulas del cv. Nemaya, los cuales no son vistos en un cultivar susceptible como el Catuái (Villain, 2000).

La presencia de numerosas células de almacenamiento de compuestos fenólicos en las raíces de cv. Nemaya, aún en ausencia de nematodos, indica que este mecanismo de defensa es probablemente de naturaleza constitutiva, es decir que no necesita ser inducido por el ataque de parásitos. Además, en Indonesia, se ha observado una correlación entre el nivel de resistencia de clones de *C. canephora* a *P. coffeae* y su concentración en polifenoles (Toruan-Mathius *et al.*, 1995). La variabilidad sustancial de resistencia observada por estos autores entre diversos clones de *C. canephora*, algunos altamente susceptibles, así como la alta variabilidad genética de la especie (Leroy, 1993), sugieren que la resistencia a *Pratylenchus spp.*, debe ser tomada como un criterio esencial de selección en un programa de creación de porta-injertos *C. canephora*. Es importante determinar con precisión la naturaleza de los factores de resistencia y su grado de especificidad en relación con las diversas especies y/o patotipos de *Pratylenchus* presentes en la región. Si los principales factores de resistencia a *Pratylenchus spp.* son relacionados con el metabolismo fenólico, es de esperar que el nivel de especificidad de esta resistencia sea bajo (Dalmasso, 1992). La injertación sobre *C. canephora* se perfila entonces como un método efectivo y ya disponible para el productor para controlar los nematodos lesionadores, tal como lo han recomendado anteriormente Schieber (1966) y Reyna (1968, 1963) en Guatemala, así también Palanichamy (1973) en Indonesia.

Complejidad de las soluciones genéticas para controlar las poblaciones de nematodos fitoparásitos.

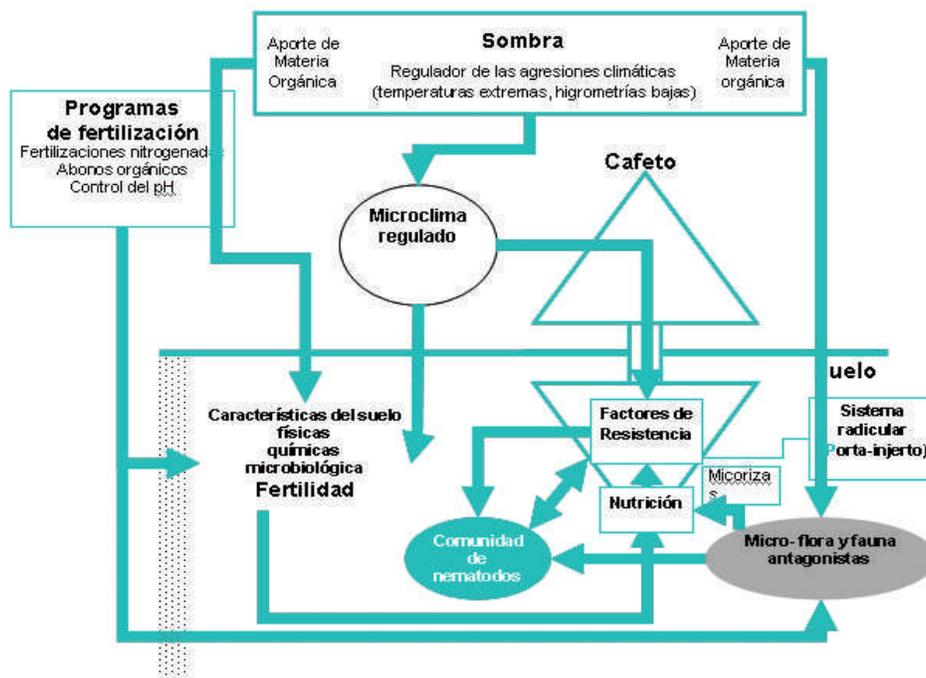
Los resultados de selección de resistencia a los nematodos en *Coffea spp.* indican que el control genético es una vía promisoriosa para controlar eficazmente los nematodos. Sin embargo se presenta la dificultad de obtener soluciones universales, dada la gran variabilidad inter-específica y posiblemente intra-específica de los diversos nematodos del café en Centroamérica. La selección de porta-injertos *C. canephora* aparece en la actualidad como la manera más rápida de crear material resistente a un gran número de poblaciones de los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. Ello indudablemente está ligado con la naturaleza de las resistencias incompletas de determinismo poligénico encontradas en *C. canephora* (Bertrand *et al.*, 2000b). Una resistencia de este tipo es mucho menos propensa a erosionarse que una resistencia monogénica. La naturaleza poligénica de tal resistencia incompleta (Nelson, 1978; Parlevliet, 1979) incrementa la probabilidad de que su manifestación global sea dependiente del medio ambiente (Rapilly, 1991). Por ejemplo, las deficiencias nutricionales en patrones de *Camellia sinensis* y *prunus avium* reducen los niveles de resistencia parcial a *P. loosi* (Gnanapragasam, 1982) y *P. penetrans* (Melakeberhan *et al.*, 1997). Por lo tanto, resulta fundamental que el manejo de plantaciones conforme un agroecosistema lo más favorable posible al cultivar, con el fin de optimizar la expresión de los factores de resistencia y con ello incrementar el nivel general de tolerancia. Se trata principalmente de adecuar las fertilizaciones y controlar el pH en base al diagnóstico de suelos, aplicar abonos orgánicos y realizar un manejo racional de los árboles de sombra.

Manejo sostenible de la resistencia a nematodos. Para los genotipos de Arábicas con resistencia a algunas poblaciones de *Meloidogyne spp.*, es decir los híbridos F1 recientemente creados y en fase de validación en el campo (Bertrand *et al.*, 1999) y algunas líneas de Catimores, los resultados preliminares sobre la heredabilidad de sus factores de resistencia sugieren una base genética gobernada por solo uno o dos genes (Bertrand *et al.*, 2000b). A pesar de no poder disponer de mucha información sobre el tema, no se puede ignorar los posibles riesgos de erosión de resistencia tratándose de una resistencia monogénica u oligogénica, especialmente en el caso del monocultivo de café en Centroamérica sin rotaciones de cultivo. Por ello resulta preferible evitar de exponer estos materiales a mucha presión parasítica.

En el caso de porta-injertos *C. canephora* con resistencias incompletas poligénicas, los riesgos de erosión deberían de ser menores. Sin embargo, dado el carácter parcial de las mismas, también es importante no exponer estos porta-injertos a niveles excesivos de poblaciones de nematodos, particularmente durante el período inicial de crecimiento de los cafetos. Se deberá utilizar entonces

métodos no químicos de control para mantener durablemente las poblaciones de nematodos fitoparásitos a un nivel aceptable, tomando en cuenta el conjunto de especies patogénicas para al café.

Para ese propósito es útil evaluar métodos alternativos de saneamiento del suelo en la época de trasplante para limitar la presión de parásitos en el campo. Estas relaciones se muestran en el siguiente gráfico.



Conclusión

Que se trate del uso de material resistente, o de agentes biológicos antagonísticos, la estrategia de control debe tomar en consideración la complejidad de las comunidades de nematodos fitoparásitos. Al controlar un solo género o una sola especie por ser considerada como el/la más importante, se corre el riesgo de modificar la estructura de la comunidad de nematodos y desencadenar ataques de especies antes consideradas como secundarias, tal como ya fue observado en otros cultivos tropicales (Luc y Reversat, 1987). Se ha observado competencia entre nematodos lesionadores y nematodos agalladores del café en Guatemala (Cilas *et al.*, 1993) y Costa Rica (Bertrand *et al.*, 1998). Una estrategia que apunte a solo uno u otro de estos géneros de nematodos, podría favorecer el desarrollo de las poblaciones del género contrincante. Por lo tanto, es conveniente realizar previamente un levantamiento de la fauna de nematodos asociada al cultivo de café, y evaluar la patogenicidad de los nematodos identificados, tal como se hizo para los cultivos del Sahel (Baujard, 1994). Es necesario considerar; no solamente los nematodos fitoparásitos, sino

también todo el complejo de parásitos del suelo. Otros patógenos pueden estar involucrados en el agotamiento y muerte progresiva del café, como se ha visto en el caso de la interacción entre *M. arabicida* y *Fusarium oxysporum* (Bertrand *et al.*, 2000). Se han observado muchos otros casos de complejos patogénicos, involucrando nematodos y hongos del suelo, en varios cultivos (Powell, 1971). Este tipo de interacciones entre diferentes agentes biológicos nocivos para las plantas merece una mayor atención.

La experiencia adquirida sobre control integrado de nematodos del café en Centroamérica, en donde la alta biodiversidad de estos parásitos conduce a situaciones complejas, indudablemente ayudará a encontrar soluciones para otras partes del mundo donde los cafés Arábicas son de importancia económica, en África oriental, el sudeste asiático, América del sur y particularmente en Brasil, donde se ha observado una gran diversidad de los nematodos asociados al cultivo de café (Campos *et al.*, 1990; Carneiro y Almeida, 2000).

RESÚMENES NOTAS TÉCNICAS

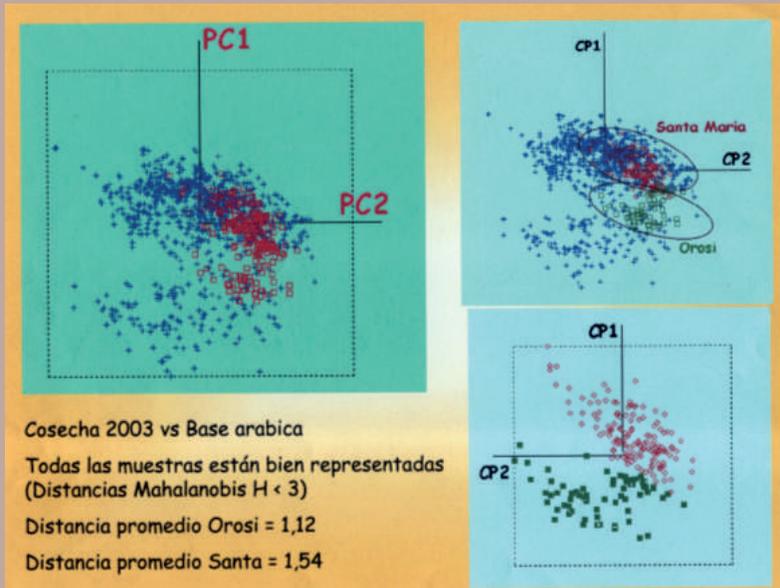
LA APLICACIÓN DE ESPECTROSCOPIA NIRS EN LOS ESTUDIOS DE BASE PARA IDENTIFICAR CALIDAD DEL CAFÉ EN RELACIÓN A DENOMINACIONES DE ORIGEN.

El inicio de estudios para la identificación de indicaciones geográficas y denominaciones de origen (de cultivo) de café de calidad, con propósitos de protección comercial (IGP, DOP) que se han iniciado por ICAFE en Costa Rica, han llegado al punto de requerir la aplicación de tecnología avanzada en el análisis cualitativo y cuantitativo de muestras de café de los orígenes de interés; con métodos que sean rápidos, precisos, de bajo costo y no destructivos de la muestra. Ello se ha logrado con el apoyo del departamento de Cultivos Perennes del Cirad en Francia, a través del Dr. Fabrice Davrieux, quien juntamente con su colega Dr. Jacques Avelino de Cirad/Promecafé han utilizado espectrometría en el cercano infrarrojo NIRS para el análisis de caracterización bioquímica y de discriminación estadística por factores de calidad (acidez, aroma, cuerpo, otros), o por

componentes bioquímicos (cafeína, trigonelina, otros), entre los sitios geográficos..

La instrumentación NIRS se basa en la medición de absorción de luz (longitud de onda e intensidad) del cercano infrarrojo espectral, por una muestra de café oro, pergamino o tostado. La cantidad de energía lumínica (fotones) absorbida sigue la ley física de Bert-Lambert, en moléculas orgánicas. El

espectro de absorción provee, a semejanza de una huella digital, una identificación verídica del producto, dependiendo únicamente de su historia y origen. El equipo NIRS incorpora los programas de modelos lineales entre los datos espectrales y las cuantificaciones de referencia para su calibración; y los de análisis multivariado de distancia estadística entre grupos de diverso origen.



La lámina ilustra resultados de la aplicación de NIRS al caso de discriminación entre muestras de una base general de cafés arábicas (azul), muestras de Santa Maria de Dota (rojo) y muestras de Orosi (verde), de las cosechas 02/03 y 03/04 en Costa Rica. Los gráficos de dispersión espacial señalan claramente la separación grupal de puntos entre Santa Maria de Dota y Orosi, para los factores analizados.

