

# Boletín

N° 96 Noviembre, 2002 - Febrero 2003



## PROMECAFE

### MINI EDITORIAL

## 25 AÑOS AL SERVICIO DE LA CAFICULTURA REGIONAL

Por iniciativa de los organismos cafeteros de Centroamérica, México y Panamá; el IICA, CATIE y OIRSA; se creó en 1978 el PROMECAFE. En ese tiempo, la preocupación por el avance tecnológico en caficultura se centraba principalmente en el combate de la roya, enfermedad del café que constituía una amenaza sanitaria como nunca antes se había visto en la región; la cual estaba presente en Nicaragua, de donde rápidamente se difundió a otros países del área. No era para menos esta preocupación por cuanto se sabía de los serios estragos que la enfermedad había causado en Ceylán (ahora Sri Lanka) y otros países del sudeste Asiático y de África.

Por ello, no se hizo esperar el apoyo de parte de los organismos citados y este nuevo Programa de modernización de la caficultura inició sus actividades de desarrollo tecnológico, que casi de inmediato, también contó con la cooperación científica y financiera de Francia, Estados Unidos de América, Brasil y organismos internacionales.

Ahora que llega a 25 años de servicios y que el programa ha resultado de significativo beneficio, según sucesivas evaluaciones externas del mismo, es justo y apropiado reconocer el alto valor de la cooperación del CIRAD y el Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia, el Instituto das Ferrugens do Cafeeiro de Portugal, USAID, la Unión Europea, el Banco Interamericano de Desarrollo a través de FONTAGRO; el Fondo Común de los Productos Básicos y la Organización Internacional del Café; las Universidades de Vicosá, Campinas y el Instituto Agronómico de Paraná, de Brasil; con cuyo aporte tecnológico, financiero y material, ha sido posible mantener el programa con el cual se han dado respuestas tecnológicas para afrontar con éxito a las amenazas sanitarias diversas y para modernizar, haciendo más productiva la caficultura de los países de la región.

Por su parte, el CATIE y el IICA, en el cual PROMECAFE es un proyecto multinacional; como socios fundadores han mantenido una permanente cooperación al programa, especialmente con el apoyo de las colecciones de especies y cultivares de café y laboratorios biotecnológicos en la sede de CATIE en Turrialba; y en el caso del IICA con el sostenimiento de la Secretaría Ejecutiva de PROMECAFE a cargo de un profesional internacional del Instituto y el apoyo institucional y logístico para las operaciones del programa, a través de la Dirección General, la Dirección Regional Central, las Oficinas en los países, y la Dirección de Tecnología e Innovación del IICA.

## RESPONSABLES

Guillermo Canet Brenes  
Secretario Ejecutivo PROMECAFE

Edgar Lionel Ibarra  
Editor Técnico

## CONTENIDO

- MINI EDITORIAL
- PROMECAFE EN MARCHA
- PANORAMA INTERNACIONAL
- PONENCIAS
- RESUMENES

## COLABORADORES

- F. Anthony, P. Topart  
P. Lashermes IRD, Francia
- C. Astorga, O. Quiros CATIE/IRD  
Costa Rica
- B. Bertrand H. Etienne  
CIRAD/ PROMECAFE
- Carlos Mario Rodríguez  
CICAFE-ICAPE, Costa Rica

**El Boletín PROMECAFE  
se distribuye gratuitamente.**

**Los interesados  
pueden dirigirse a:**

IICA/PROMECAFE  
Apdo. Postal # 1815  
Guatemala, Guatemala  
Tel-Fax: (502): 334-7603



E-Mail: [promecafe@iica.org.gt](mailto:promecafe@iica.org.gt)

[//www.iica.org.gt/promecafe](http://www.iica.org.gt/promecafe)



## AMENAZA DE LA CRESPERA EN CENTROAMERICA

Durante el año 2002 PROMECAFE inició, como parte de sus actividades de protección sanitaria a la caficultura, la asistencia técnica para la detección y vigilancia epidemiológica de la “Crespera”, apoyándose en los trabajos desarrollados por ICAFE de Costa Rica, donde la enfermedad esta adquiriendo importancia económica desde el año 2000. Esta enfermedad que puede confundirse con desordenes nutricionales del cafeto por deficiencia de elementos menores, se asocia con la infección por la bacteria *Xylella fastidiosa*, transmitida por insectos vectores cicadélidos, de los cuales existen varias especies, abundantes en la región Centroamericana. La cooperación de PROMECAFE ha consistido en auspiciar la participación de técnicos de los Institutos cafeteros de la región en un seminario taller que tuvo lugar en la sede de CICAPE en Heredia Costa Rica, sobre los avances realizados en investigaciones sobre el agente causal de la Crespera, vectores y grado de incidencia en Costa Rica. Posteriormente y con la cooperación horizontal de ICAFE, se realizó una misión técnica del Ing. Carlos Mario Rodríguez Solís, Fitopatologo de CICAPE, a El Salvador, Guatemala, Honduras, para apoyar las actividades de inspección, toma de muestras de plantaciones posiblemente afectadas y capacitación sobre sintomatología y detección de la enfermedad. Para conocimiento de nuestros lectores, reproducimos en este boletín una publicación técnica de ICAFE por el Ing. Rodríguez Solís, que ilustra aspectos especiales de esta nueva amenaza sanitaria a la caficultura regional.

## SINTESIS DE PRINCIPALES RESULTADOS DE PROMECAFE EN 2002

- Se realizó la validación de la trampa BROCAP<sup>R</sup> en El Salvador, Honduras, Guatemala y Jamaica; estableciendo la alta efectividad de este medio de control de la broca (*Hypothenemus hampei*).
- Se establecen capacidades para cría y liberación de los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymasticus coffea* en Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, R. Dominicana y Jamaica. El uso de estos agentes de control biológico junto a prácticas de recolección de frutos infestados de broca, constituye la única alternativa de control de broca para productores certificados de café orgánico y café amigable con el medio ambiente.
- Se define el agente etiológico y se inicia el control del patrón epidemiológico de “Crespera” del cafeto, asociado a *Xylella fastidiosa*, en Centroamérica. Se capacita a técnicos de la región para su identificación y prevención.
- La roya de la hoja (*Hemileia vastatrix*) está bajo control con el uso de las variedades resistente de C arabica: Costa Rica-95, Lempira, MIDA-96, generadas por PROMECAFE, en muchas plantaciones del itismo Centroamericano.
- Se ensayaron en la región de PROMECAFE 19-21 nuevas variedades mejoradas de café arábigo: híbridos F<sub>1</sub> de cruces de variedad comercial X tipos silvestres de Etiopia y Sudan, perfilándose algunas de estas como superiores a las actualmente cultivadas en cuanto a vigor y producción, y con buenos atributos de calidad.



- En operación los laboratorios se biotecnología en institutos cafeteros de Costa Rica, Guatemala y El Salvador, para producción masiva de plantas de variedades mejoradas de café, con personal capacitado en *embriogenesis somática*, reproducción por micro estacas; y también en reproducción por semilla mediante la polinización cruzada de progenitores.
- Se llega a la etapa de producción de semilla de la variedad de *C. canephora* "Nemaya", para portainjerto de plantas resistentes a nematodos de la raíz. Por ahora el café injertado constituye la forma más favorable de control de esta amenaza sanitaria.
- La Red de Catadores de PROMECAFE se fortalece con actividades de capacitación a miembros de la misma de Honduras y El Salvador, sobre determinación de características organolépticas y revelación de cafés de calidad excepcional. También se gestionó la participación de la Lic. Grace Mena, Directora de la Asociación de Cafés Especiales de Costa Rica, en reuniones sobre este tema en El Salvador y Honduras. Por otra parte se auspició mediante una beca, la asistencia del señor Ricardo Serrano, miembro de la Red de Catadores de El Salvador, al SINTERCAFE en Costa Rica.
- Continúa el desarrollo de algunas tecnologías de caficultura para tiempos de crisis, según lineamientos estratégicos de PROMECAFE aprobados en 2001. Se difunde y capacita sobre uso de fertilización diluida al café, en El Salvador, Guatemala y Honduras, con lo cual se reducen costos de los insumos aplicados en la producción de café.
- Se observan resultados altamente satisfactorios en 50 fincas de caficultores cooperantes de la región El Trifinio, asistidas por el proyecto CATIE/NORAD-PROMECAFE sobre manejo de plagas y recursos naturales en caficultura. Se capacitó a técnicos de ANACAFE, F. PROCAFE e IHCAFE, que intervienen como agentes de cambio tecnológico en el proyecto.

## XX SIMPOSIO DE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

El XX Simposio de Caficultura Latinoamericana, evento que periódicamente se realiza con el propósito de presentar y discutir aspectos importantes del comercio y producción de café, así como los avances tecnológicos de la caficultura latinoamericana y de la región de PROMECAFE en particular, se llevará a cabo del 28 al 30 de mayo del corriente año en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras; organizado por el Instituto Hondureño del Café y el IICA-PROMECAFE. La información sobre este evento puede solicitarse a:

Comisión Organizadora XX Simposio de Caficultura Latinoamericana  
 Instituto Hondureño del Café  
 Edificio el Faro, colonia las Minitas No. 734 A  
 Tegucigalpa, Honduras  
 E-mail [ihcafe.gerencia@hondudata.com](mailto:ihcafe.gerencia@hondudata.com)  
 Tel-fax: (504) 232-25-44





### LOS PRECIOS Y OFERTA MUNDIAL DEL CAFÉ EN EL AÑO 2002

Continúa la situación general de precios deprimidos en el mercado internacional del café, pero la tendencia decreciente de los mismos se ha detenido, con un ligero repunte en la segunda mitad del año 2002\* recién terminado, según una nota informativa del Director Ejecutivo de OIC, de noviembre del 2002, que presenta los siguientes datos de precios indicativos OIC para cafés "otros suaves", que corresponden a los que proceden de la región de PROMECAFE y cafés robustas de varios orígenes (cuadro 1). La situación general de bajos precios se explica, principalmente, porque la disponibilidad mundial de café (producción + inventarios) permanece con pocos cambios: en 2001/02 de 150.7 millones de sacos de 60 kg comparada con 153.3 en 2000/01, pero las estimaciones para 2002/03 se cifran en 159.8 millones de sacos; cambios que reflejan el comportamiento de la producción, ya que los movimientos en los inventarios o reservas iniciales

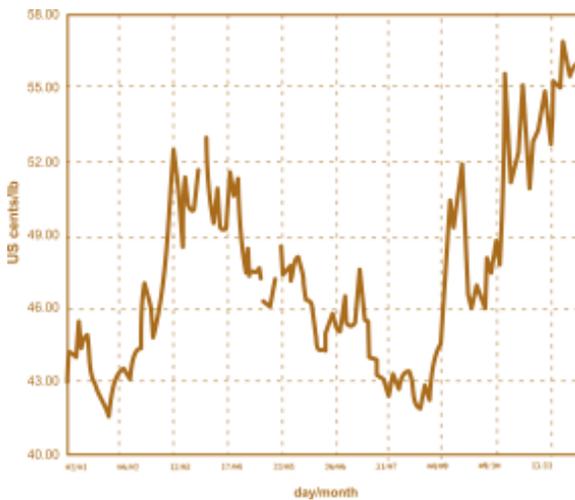
son poco significativos y el consumo per-capita en países importadores se incrementa muy ligeramente (1.9% entre 2001 y 2000).

El leve repunte de los precios a partir de septiembre del 2002 (graficos 1 y 2) se explica por ahora, por una baja en la producción de Vietnam en el año cafetero 2002/03 y por una declinación predecible en la cosecha 2003/04 de Brasil, comenzando el próximo mes de abril. Puede observarse, en las cifras del cuadro anterior que el repunte de precios, fue mayor en cafés robustas (15.31% nov a oct) que en arábigos "otros suaves" (6.30% oct a agost.). Además, las diferencias entre arábigos y robustas, vistas en noviembre desde 1997 a 2002, muestran un alto diferencial en los 90's, pero el mismo se reduce durante la crisis de los últimos tres años, particularmente en 2002.

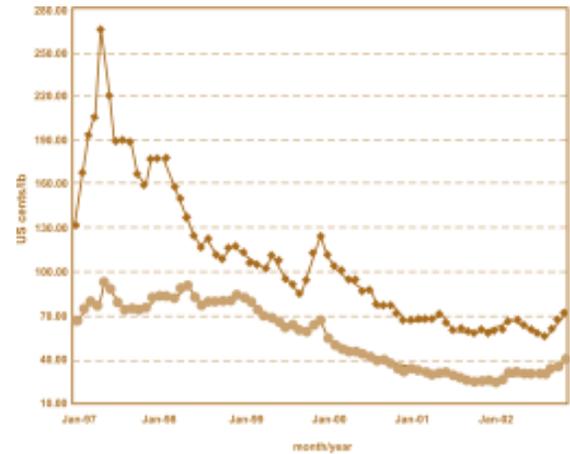
**Cuadro 1: Precios Indicativos de OIC (US cents/lb) compuesto**

	OIC	Otros Suaves	Robustas	OS-Rob
Nov-97	118.16	160.27	76.04	84.23
Nov-98	98.26	116.37	80.16	36.21
Nov-99	88.22	113.38	63.05	50.33
Nov-00	52.18	71.54	32.81	38.73
Nov-01	44.24	58.85	23.68	35.17
Jan-02	43.46	58.25	22.81	35.44
Feb-02	44.30	59.12	24.37	34.75
Mar-02	49.49	64.47	29.10	35.37
Apr-02	50.19	65.43	29.34	36.09
May-02	47.30	61.40	28.32	33.08
Jun-02	45.56	58.57	28.42	30.15
Jul-02	44.70	56.48	28.6	27.88
Aug-02	42.79	54.27	27.88	26.39
Sep-02	47.96	60.67	32.08	28.59
Oct-02	50.79	65.73	33.33	32.40
<b>Nov-02</b>	<b>54.69</b>	<b>69.87</b>	<b>37.93</b>	<b>31.84</b>

**Grafico 1:** Precio indicativo de OIC, compuesto diario. Enero-noviembre 2002



**Grafico 2:** Precio indicativos OIC de "otros suaves" y robustas. Enero 1997 enero 2002



La producción mundial de café en 2002/03 se estima en 120 millones de sacos, lo cual representa un incremento de 9% con respecto a 2001/02 que se cifra en 109.8 millones de sacos. No se hacen predicciones hacia el 2003/04 porque aun no esta disponible una estimación para Brasil, el principal productor, y por otra parte no se ven cambios fundamentales en la producción exportable y se puede pensar que los recientes niveles, de dicha producción exportable de los años 2000/01 y 2001/02 son relativamente altos y no favorecen el mejoramiento de los precios.

El volumen y valor de las exportaciones totales de café para los últimos tres años se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2:** Volumen (millones de sacos) y valor (miles de millones de dólares) de las exportaciones de café en los años calendario que se indican

	1997	1998	1999	2000	2001	2002*
<b>Suaves</b>						
<b>Colombianos</b>						
Volumen	12.56	12.56	11.49	11.16	11.70	8.71
Valor	2.81	2.35	1.67	1.42	1.02	0.73
<b>Otros Suaves</b>						
Volumen	23.31	21.95	24.56	27.04	23.02	18.76
Valor	4.37	3.74	3.17	3.20	1.84	1.48
<b>Naturales</b>						
<b>de Brasil</b>						
Volumen	17.11	18.29	21.67	18.32	22.09	19.57
Valor	3.24	2.75	2.42	1.88	1.42	1.13
<b>Robustas</b>						
Volumen	27.29	27.11	27.7	32.47	33.54	28.48
Valor	2.46	2.59	2.20	1.68	1.18	1.05
<b>Total</b>						
Volumen	80.26	79.92	85.42	89.00	90.35	75.53
Valor	12.88	11.43	9.47	8.17	5.45	4.39

\*Enero a Octubre

Puede observarse que los volúmenes de arábigos lavados suaves de Colombia tienen una baja progresiva; los cafés naturales de Brasil una tendencia horizontal; los “otros suaves” ascienden en 1999 y 2000 pero tienen una caída en 2001 y 2002; en tanto que los robustas son ascendentes en términos generales, indicando ello que están ganando mayor consumo en los países importadores. Los valores (billones de dólares) correspondientes muestran en todas las categorías una baja histórica debido al desplome de los precios. La oferta y disponibilidad global de café se muestra en el cuadro 3:

**Cuadro 3:** Oferta y consumo mundial de café (millones de sacos) en los años cafeteros 2001 y 2002.

Año Cafetero	2001/02	2002/03
<b>Inventario Inicial</b>	<u>36.70</u>	<u>43.60</u>
Países Exportadores	17.20	24.60
Países Importadores	10.10	9.90
Puertos Libres	9.40	9.10
<b>Producción</b>	115.20	
Disponibilidad Global	151.90	
<b>Consumo</b>	<u>108.30</u>	
Países Importadores	81.00	
Países Exportadores	27.30	
<b>Inventario de Cierre</b>	<u>43.60</u>	
Países Importadores	19.00	
Países Exportadores	24.60	



Está claro en el cuadro anterior que la disponibilidad global supera en mucho el consumo, al inicio de la cosecha 2002/03 y como ya se indicó, el consumo tiene poco incremento, situación que señala áreas de acción para las estrategias dirigidas a superar la crisis, especialmente hacia el incremento del consumo en países exportadores, donde el mismo ha tenido un lento desarrollo.

En su informe, el Presidente Ejecutivo de OIC hace mención a los acuerdos alcanzados a nivel del Parlamento Europeo, la Cámara de Representantes y el Senado del Congreso de Estados Unidos; y en diversas declaraciones de la Organización Ínter Africana de Café y de la reunión de Jefes de Estado de los países Iberoamericanos a fines del 2002, para atender el problema generado por la crisis del café y generar una respuesta global basada en la coordinación de acciones así como para atender y apoyar iniciativas regionales y multilaterales. El Presidente Ejecutivo señala que la puesta en marcha del programa de Mejoramiento de la Calidad del Café aprobado por OIC representa un instrumento que puede incrementar el consumo mundial de café y con ello apuntalar el final de la crisis. (E.L.I. Editor)



## PONENCIAS



### Diversidad Genética de los Cafés (*Coffea arabica*) Silvestres y Cultivados, revelada por marcadores moleculares.<sup>1</sup>

F. Anthony<sup>2</sup>  
C. Astorga<sup>2</sup>  
O. Quiros<sup>2</sup>  
B. Bertrand<sup>3</sup>  
H. Etienne<sup>3</sup>  
P. Topart<sup>2</sup>  
P. Lashermes<sup>4</sup>

#### Introducción

El café, *Coffea arabica*, es un arbusto nativo de las tierras altas del sudoeste de Etiopía (Sylvain, 1955), de la meseta de Boma en Sudán (Thomas, 1942) y del Monte Marsabit en Kenia (Anthony et al., 1987). Ha sido cultivado en Yemen por lo menos desde hace cinco siglos, y difundido al sudeste de Asia alrededor del año 1700. Poco después, las semillas de una única planta cultivada en Ámsterdam y París fueron enviadas a América Latina (Chevalier y Dagrón, 1928; Carvalho, 1946). Otras introducciones siguieron más tarde en el siglo XVIII de Yemen a Brasil, a través de la isla Bourbon (ahora Reunión) (Haarer, 1956). Estas poblaciones dieron origen a muchos cultivares y fueron descritas como dos distintas variedades botánicas, *C. arabica* var. *arabica*, también llamada *C. arabica* var. *typica* Cramer, y *C. arabica* var. *Bourbon* (B. Rodr.) Choussy, comúnmente llamadas *Typica* y *Bourbon* respectivamente (Krug et al., 1939; Carvalho et al., 1969).

Actualmente, los cultivares más utilizados en el mundo son el Mundo Novo, un híbrido entre Bourbon y *Typica*; el Caturra, un mutante del Bourbon, y el Catuai, un híbrido entre Mundo Novo y Caturra. Estos cultivares son altamente productivos y producen un café de buena calidad, pero provienen de una base genética muy estrecha, la cual limita fuertemente las posibilidades del mejoramiento genético. Existe una solución genética utilizando los individuos silvestres, recolectados en el centro de origen de la especie, como fuente de diversidad genética (Anthony et al., 1999). Sin embargo, no puede ser explotada sin conocer la estructura de la diversidad genética. El desarrollo de los marcadores RAPD (ADN polimórfico amplificado al azar) ha permitido estudiar variaciones a nivel del genoma, sin conocimiento previo sobre las secuencias del ADN (Welsh y McClelland, 1990; Williams et al., 1990). La producción de los RAPDs no necesita usar sondas marcadas, consume poco tiempo y requiere pequeñas cantidades de ADN relativamente crudo (Waugh y Powell, 1992). Esta

Técnica ha mostrado ser eficiente para caracterizar accesiones de café (Lashermes et al., 1993; Orozco-Castillo et al., 1994) y detectar la diversidad genética en algunas variedades y accesiones de Etiopía (Lashermes et al., 1996<sup>a</sup>). En la presente comunicación, se están reportando los principales resultados de dos estudios de la diversidad genética detectada por los marcadores RAPD, en un amplio muestreo de los individuos silvestres de Etiopía (Anthony et al., 2000) y en variedades derivadas de las bases genéticas *Typica* y *Bourbon* (Astorga, 1999). Además, se discuten los resultados en el contexto de la historia de la selección del café y se presentan las conclusiones para el mejoramiento genético del café.

#### MATERIALES Y METODOS

Materiales: el estudio de la diversidad genética presente en los cafés silvestres se desarrolló analizando 88 accesiones recolectadas en Etiopía por la FAO (1968) y el ORSTOM (ahora IRD) (Guillaumet y Hallé, 1978), 6 variedades

<sup>1</sup> Trabajo presentado en XIX Simposio de Caficultura Latinoamericana-ICAPE-PROMECAFE. In memoria, L. Zamora y G. H Echeverri editores. San José Costa Rica 2000. p 251-261

<sup>2</sup> CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica

<sup>3</sup> IICA-PROMECAFE. AP. 55.2200 Coronado, Costa Rica

<sup>4</sup> IRD, BP 5045 34032 Montpellier Cedex 1. Francia



cultivadas localmente en Etiopía y 2 accesiones derivadas del Typica y del Bourbon. Se seleccionó un individuo por accesión, excepto para 8 accesiones en las cuales se seleccionaron de 2 a 7 individuos. Un total de 119 individuos fue analizado. El material silvestre fue recolectado en todas las regiones de Etiopía, pero la mayoría de las accesiones proceden del oeste y sudoeste del país, donde se está cultivando el café desde hace más de 1,500 años. En el otro estudio, se comparó la diversidad genética de 12 variedades derivadas del Typica y del Bourbon, representativas de los mayores programas de mejoramiento genético, con la diversidad de 6 accesiones de cafés silvestres. Los materiales analizados en dos estudios fueron recolectados en el germoplasma del CATIE (Turrialba, Costa Rica). *Análisis del polimorfismo del ADN*: se aisló el ADN de aproximadamente 2.5g de hojas frescas, utilizando el protocolo de Gael y Jarret (1991), con modificaciones menores. Se determinó la calidad por electrofóresis sobre un gel de azarosa (1.2%) y se estimó la **concentración** utilizando un minifluorómetro. Los protocolos de producción de los RAPDs y su elaboración fueron descritos por Astrorga (1999) y Anthony et al. (2000).

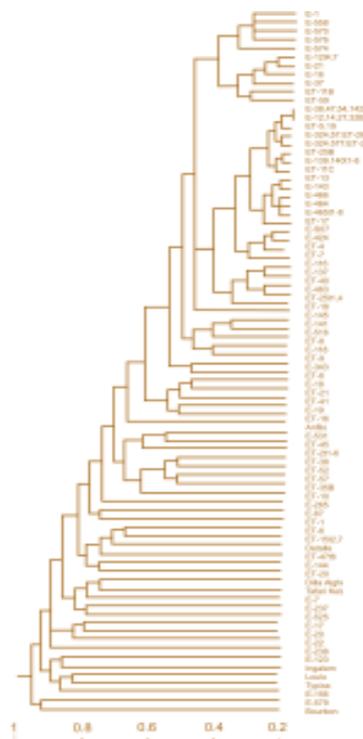
### Análisis de los Datos

Se tomaron datos sobre la presencia (1) o ausencia (0) de los fragmentos polimórficos bien amplificados. Las similitudes genéticas entre pares de individuos fueron calculadas utilizando el índice de similitud de Dice (1945), el cual no toma en cuenta la doble ausencia de bandas, pues la ausencia de un marcador en dos individuos no significan necesariamente que sus ADNs son similares. La matriz de similitud fue analizada por el método UPGMA (unweighted pari-group method using arithmetic averages) (Sneath y Sokal, 1973), utilizando el programa NTSYS-PC (Applied Bio-statistics, Inc.). Las distancias genéticas fueron estimadas por la fórmula de Nei (1978), utilizando el programa POPGENE (C University of Alberta and Center for International Forestry Research) para marcadores dominantes, como son los RAPDS.

## Resultados y Discusión

### Diversidad genética de los cafés silvestres:

Veinte y nueve fragmentos polimórficos de ADN fueron utilizados para clasificar 88 accesiones silvestres, 6 variedades de Etiopía y 2 accesiones representativas de la base genética del Typica y Bourbon (Figura 1). El Typica y el Bourbon se separaron del material de Etiopía, el cual se clasificó en 4 grupos genéticos en relación con su origen geográfico: "Ethiopian 1" con casi la totalidad de las accesiones recolectadas en las provincias del oeste y sudoeste de Etiopía (78 accesiones) y "Ethiopian 2,3,4" con accesiones del este y sudeste de Etiopía. Se puede explicar las redundancias observadas en las accesiones clasificadas en el grupo "Ethiopian 1" por el trabajo de selección realizado desde hace más de 1,500 años por los agricultores en el oeste y sudoeste de Etiopía. Las variedades de esta país se clasificaron en tres grupos, de acuerdo al origen geográfico de su selección, mostrando una diversidad genética comparable a la de los individuos silvestres: Anfilo y Dalle en el grupo "Ethiopian 1", Dilla Alghe y Safari Kela en el grupo "Ethiopian 2", Irgalem y Loulo con el Typica.



**Figura 1.** Clasificación de los cafés silvestres. Las accesiones con un índice inferior a 0.2 están agrupadas. Se identifican las principales ramas por los números 1-6

La separación de los materiales de Etiopia en grupos genéticos que constituyen dos conjuntos geográficos corresponden a la separación física que hace la fosa tectónica, llamada “The Great Rift Valley”, cruzando Etiopia del nordeste hacia el sudoeste y separado el grupo “Ethiopian 1” de los grupos “Ethiopian 2,3,4”. Sin embargo, los estudios de filogenia, basados en las variaciones del ADN cloroplástico (ADNcp), revelaron que las especies de café tienen un origen “reciente” (Lashermes et al., 1996b; Cros et al., 1998). Entonces, la colonización del sudeste y del este de Etiopia por los cafés fue posterior a la formación de la fosa tectónica. La mayoría de los polimorfismos fue detectada en las accesiones clasificadas en el grupo “Ethiopian 1”. Estas accesiones presentaron 28 de los 29 marcadores identificados en el estudio, cuando las accesiones clasificadas en los otros grupos presentaron solamente de 5 a 16 marcadores. Los grupos “Ethiopian 2,3,4” presentaron 13, 12 y 8 marcadores respectivamente. La diversidad detectada en las 2 accesiones representativas del Typica y de Bourbon fue muy baja, con solamente 7 y 3 marcadores. Estos resultados muestran el valor y el potencial que tienen los cafés silvestres para enriquecer la base genética de los cafés cultivados. Hasta la fecha no se ha explotado la totalidad de la diversidad genética disponible en el germoplasma de café del CATIE para el mejoramiento genético regional, falta por probar progenitores de los grupos “Ethiopian 2,3,4”. Los marcadores RAPD no detectaron diferencias dentro de las accesiones en las cuales se habían seleccionado varios individuos para el estudio, excepto para ET-6 ET-47 lo que confirma la homogeneidad de las estructuras genéticas debido al modo de reproducción autógama de 80 a 90%. En las accesiones ET-6 Y ET-47 se estudiaron 2 individuos que presentaban diferencias morfológicas en el germoplasma del CATIE. Por los RAPDs, se identificaron 4 fragmentos polimórficos de ADN dentro de cada una de las accesiones. Tales diferencias son demasiado grandes para estar relacionadas con polimórficos intra-accesión. Estas se deben más probablemente a errores en la identificación de dichas introducciones.

## La diversidad genética de los cafés cultivados

El cultivo de 12 accesiones derivadas del Typica y del Bourbon confirmó el bajo polimorfismo del material cultivado y su separación de los cafés silvestres (Figura 2). Dos accesiones de Etiopia (ET-18 y ET-20) se clasificaron con las variedades del Typica cuando los recolectores reportaron estas accesiones como Bourbon, en el informe de recolección (Guillaumet y Hallé, 1967). Sería necesario hacer más investigaciones para precisar la identificación de estas accesiones.

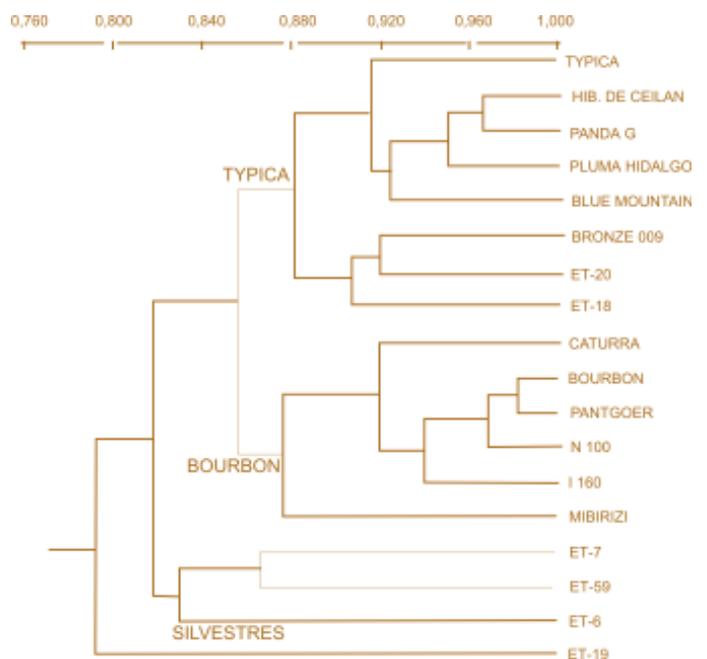


Figura 2. Clasificación de las accesiones derivadas de las bases genéticas Typica y Bourbon.

La agrupación de todas las accesiones derivadas del Typica en un grupo y de todas las del Bourbon en otro grupo confirma que dos bases genéticas distintas fueron difundidas en el siglo XVIII, a partir de Holanda y Francia, y luego a partir de la isla Bourbon. Sin embargo la distancia genética es muy baja entre sí (0.056), lo que no permite explicar el vigor del híbrido que se presenta en el cultivar Mundo Novo producto del cruce entre Typica y Bourbon,

seleccionado en Brasil (Carvalho et al., 1969). Por otro lado el polimorfismo es muy bajo dentro de cada una de las dos bases genéticas. La diferencias morfológicas que se pueden observar entre variedades del Typica o del Bourbon no corresponden a grandes diferencias al nivel del ADN, pues no se detectaron diferencias por los RAPDs. Esto se puede explicar por el número reducido de ciclos de selección que se produjeron a partir del siglo XVIII, debido a su relativa larga duración (20 años), lo que no ha dejado suficiente tiempo para marcar diferencias significativas en el ADN. Como lo sugirieron Carvalho et al. (1969), el polimorfismo morfológico de los materiales cultivados se debe a la mutación de pocos genes mayores que afectan toda la planta, como lo son los gens Ct del Caturra o Mg del Maragogipe.

### La diferenciación entre los cafés silvestres y cultivados:

Se determinó que las distancias genéticas son bajas entre los materiales silvestres y cultivados (cuadro 1), principalmente con las accesiones silvestres clasificadas en el grupo "Ethiopian1". También, la diferenciación fue baja entre el grupo "Ethiopian1" y los otros grupos de materiales silvestres, "Ethiopian 2,3,4". Es probable que los cafés recolectados en el este y sudeste de Etiopia no tuvieron como origen cafés silvestres presentes en los bosques, pero si introducciones desde el oeste y sudoeste de Etiopia. Estudios de la flora de Etiopia mostraron que se desarrollaron incendios en el pasado reciente al este de la fosa

tectónica, cambiando drásticamente la flora (White, 1983). Por otra parte, las relaciones entre ambos lados de la fosa fueron escasas hasta finales del siglo XIX (Meyer, 1965). Se puede concluir que las introducciones de café al este y sudeste fueron recientes.

Las bajas distancias genéticas de los cafés silvestres del oeste y sudoeste de Etiopia con las accesiones derivadas de las bases genéticas Typica y Bourbon muestran que los cafés cultivados se han diferenciado poco de sus orígenes silvestres en tres siglos de selección, lo que debería facilitar la transferencia de genes de los cafés silvestres a los cultivados.

**Cuadro 1:** distancias genéticas entre los cafés silvestres y cultivados.

Group	Ethiopian 1	Ethiopian 2	Ethiopian 3	Ethiopian 4	Typica	Bourbon
Ethiopian 1	****					
Ethiopian 2	0.085	****				
Ethiopian 3	0.142	0.172	****			
Ethiopian 4	0.179	0.263	0.224	****		
Typica	0.155	0.180	0.368	0.201	****	
Bourbon	0.164	0.224	0.373	0.284	0.187	****

Eficiencia y límites de los RAPDs para la caracterización Vairetal

## CONCLUSIONES

Los marcadores RAPD mostraron su eficiencia para detectar polimorfismo al nivel del ADN. Sin embargo el polimorfismo detectado fue bajo en las especies si se compara con otros cultivos (maíz, frijol, ..). El bajo polimorfismo de la especie es una consecuencia de su origen reciente y de su modo de reproducción que favorece la homocigocidad de los individuos.

Los RAPDs se mostraron también eficientes para caracterizar plantas no conformes a su identificación (ET-6,47) y para distinguir las variedades derivadas del Typica y del Bourbon. Pero no detectaron diferencias dentro de las accesiones silvestres y tampoco dentro de las dos bases genéticas del material cultivado. En consecuencia parece difícil y costoso utilizar estos marcadores para proteger variedades de *C. arabica*.

El estudio de la diversidad genética detectada por los marcadores moleculares en la especie *C. arabica* confirmó la estrechez de las bases genéticas que dieron origen a las variedades Typica y Bourbon. Por el contrario, los individuos silvestres presentaron casi la totalidad de la diversidad detectada. Ahora, se puede hacer un uso racional de la diversidad presente en los materiales silvestres, seleccionando

progenitores silvestres en los diferentes grupos genéticos y basándose en los resultados de su evaluación genotípica que se realizó en el germoplasma, simultaneo al estudio molecular. Por el valor del material silvestre, se hace necesario la definición de una estrategia de conservación a largo plazo de estos recursos, desarrollando métodos de conservación *invitro*, complementarios a la conservación en campo.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS



Anthony, F., J Berthaud, J.L. Guillamet & M. Lourd, 1987. Collecting wild *Coffea* species in Kenya and Tanzania. *Plant Genet. Resources Newsl.* 69:23-69.

Anthony F., C. Astorga & J. Berthaud, 1999. Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la cafcultura latinoamericana. In: B. Bertrand & B. Rapidez (Eds.), *Desafíos de la cafcultura Centroamericana*, pp.369-406. IICA, San José, Costa Rica.

Anthony, F., Bertrand, O. Quiroz, P. Lashermes, J. Berthaud & a. Charrier, 2000. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) *Euphytica*: in press

Astorga, C., 1999. Caracterización de variedades cultivadas de café (*Coffea arabica* L.) conservadas en el banco de germoplasma del CATIE. Tesis de MScTurrialba, Costa Rica. 130 p.

Carvalho, A., 1946. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com

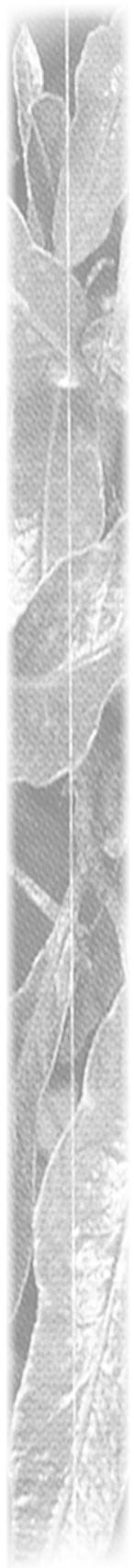
referencia especial a especie Arabica. *Boletim da Superintendencia dos Servicos do Cafe, Brasil.* 21:174-180.

Carvalho, A., F.P. Ferwerda, J.A. Frahm-Leliveld, P.M. Medina, A.J.T.Mendes & L.C.Monaco, 1969. Coffee. In: F.P. Ferwerda & F. Wit (Eds.), *Outlines of perennial crop breeding in the Tropics*, pp. 189-241. Weenman & Zonen NV, Wageningen.

Chevalier, A. & M. Dagrón, 1928. Recherches historiques sur les debuts de la culture du cafeier en Amerique. *Communications et Actes de l'Academie des Sciences Coloniales, París.*

Cros, J., M.C. Combes, P. Trouslot, F. Anthony, S. Hamon, A. Charrier & P. Lashermes, 1998. Phylogenetic relationships of coffee species: new evidence based on the chloroplast DNA variation analysis. *Mol. Phylogent. Evol.*9: 109-177.

Dice, L.R., 1945. Measures of the amount of ecological association between species. *Ecology* 26:297.302.



- FAO, 1968. FAO coffee mission to Ethiopia 1964-1965. FAO, Roma.
- Gawel, N.J. & R.L. Jarret, 1991. A modified CTAB DNA extraction procedure for *Musa* and *Ipomoea*. *Plant Molecular Biology Reporter* 9 (3): 262-266
- Guillaumet, J.L. & F. Halle, 1967. Rapport sur la mission ORSTOM dans le sud-ouest de l'Ethiopie. Informe de recoleccion. IRD, Paris, 55p.
- Guillaumet, J.L. & F. Halle, 1978. Echantillonnage du materiel recolte en Ethiopie. *Bulletin IFCC* 14: 13-18.
- Krug, C.A., J.E.T. Mendes & A. Carvalho, 1939. Taxonomia de *Coffea arabica* L. *Boletim Tecnico* n°62. Instituto Agronomico. Campinas, Brasil.
- Lashermes, P., J. Cros, P. Marmey & A. Charrier, 1993. Use of random amplified DNA markers to analyse genetic variability and relationships of *Coffea* species. *Genet. Resources Crop Evol.* 40: 91-99
- Lashermes, P., P. Trouslot, F. Anthony, M.C. Combes & A. Charrier, 1996a. Genetic diversity for RAPD markers between cultivated and wild accessions of *Coffea arabica*. *Euphytica* 87: 59-64.
- Lashermes, P., J. Cros, M.C. Combes, P. Trouslot, F. Anthony, S. Hamon & A. Charrier, 1996b. inheritance and restriction fragment length polymorphism of chloroplast DNA in the genus *coffea* L. *Theor. Appl. Genet.* 93: 626-632
- Meyer, F.G., 1965. Notes on wild *Coffea arabica* from southwestern Ethiopia, with some historical considerations. *Econo. Botany* 19 : 136-156.
- Nei, M., 1978. estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590
- Orozco-Castillo, C., K.J. Chalmers, R. Waugh & W. Powell, 1994. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 87: 934-940.
- Sneath, P.H.A. & R.R. Sokal. 1973 *Numerical taxonomy*. W.H. Freeman & Co, San Francisco.
- Sylvain, P.G., 1955. Some observations of *Coffea arabica* L. in Ethiopia. *Turrialba* 5:37-53.
- Thomas, A.S., 1942. The wild arabica coffee on the Boma Plateau, Anglo-Egyptian Sudan. *Empire J. Expt. Agric.* 10:207-212
- Waugh, R. & W. Powell, 1992. Using RAPD markers for crop improvement. *Thends in Biotechnology* 10: 186-191
- Welsh, J. & M. McClelland, 1990. fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids res.* 18: 7213-7218.
- White, F., 1983. the vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. Unesco, Paris.
- Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Iivak, J.A. Rafalski & S.V. Tingey, 1990 DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.



# XYLELLA FASTIDIOSA (WELLS) COMO PATOGENO DEL CAFÉ EN LOS PAISES TROPICALES <sup>1</sup>

Carlos Mario Rodríguez<sup>2</sup>

## INTRODUCCIÓN

La bacteria *Xylella fastidiosa* induce una enfermedad del cafeto conocida en Costa Rica como “Crespera del café” y a pesar de lo evidente de su daño económico y acelerado avance, su verdadero origen se desconocía y las recomendaciones dadas en el pasado para su control, lamentablemente no han causado ningún efecto positivo.

Fue esta última razón, la que motivó desarrollar labores científicas coordinadas entre el Centro de Investigaciones en Café (CICAFE) y el Centro de investigación en Biología Celular y Molecular de la Universidad de Costa Rica (CIBCM), estos primeros resultados han permitido avanzar en el conocimiento de la bacteria, su modo de acción, y la razón de los síntomas que manifiestan las plantas de café. Consultas hechas a científicos nacionales e internacionales, visitas, intercambio de materiales e información, dan respaldo muy valioso a nuestra labor.

## Resultados de las acciones de CICAFE sobre *Xylella fastidiosa*.

El género *Xylella* fue creado por Wells et. al., en 1987 y *fastidiosa* es la única especie del género. La bacteria es considerada como fastidiosa desde el punto de vista nutricional con rango óptimo de temperatura entre los 26-28 grados centígrados, un pH entre 6.5-6.9 y habita en el xilema del tejido vegetal. La raza tipo fue aislada a partir de uva con los síntomas de la enfermedad de Pierce (5)

El primer reporte de la infección por *Xylella fastidiosa* en café lo realizó Beretta et. al. en 1995. En este reporte se asocia la infección por *Xylella fastidiosa* a la presencia de raquitismo, muerte descendente y quema del borde de las hojas del café infectado con la bacteria. El diagnóstico de la enfermedad se realizó utilizando métodos moleculares y serológicos muy precisos (2).

En Costa Rica se presenta una sintomatología muy característica y severa, en el sector sur de San José y otras localidades recientemente determinadas. Estudios coordinados por el CICAFE demuestran claramente el asocio de los síntomas en la planta de café y la presencia de *Xylella fastidiosa* (14,15). Síntomas similares han sido descritos por científicos colombianos y han dado lugar al nombre de la enfermedad como “Crespera del café” (20)

Estos avances también han permitido evidencia de la capacidad de la bacteria de ser transmitida por injerto con niveles de eficiencia cercanos al 50%, bajo condiciones de invernadero (14,15)



Trabajos realizados en forma conjunta con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos permitieron descartar la presencia de micoplasma asociados a las plantas con los síntomas de la “Crespera del café” (CICAFE, 2000).

Material de café y cítricos con síntomas de la enfermedad fueron diagnosticados como infectados por *Xylella fastidiosa* al ser analizados en Brasil, Francia y los

<sup>1</sup> Publicado por ICAFE-CICAFE con mismo título y autor, en marzo 2002.

<sup>2</sup> Ing. Agr. MSc. CICAFE-IHCAFE, Costa Rica

Estados Unidos mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa PCR (CICAFE, 2000).

En forma conjunta con el CIBCM, de la Universidad de Costa Rica, se desarrolló una metodología de muestreo en café y cítricos para el análisis por la técnica de ELISA, en muestras recolectadas en el campo. Mediante técnicas de microscopía electrónica se logró fotografiar la bacteria en el xilema de las plantas de café y de cítricos infectados. Este procedimiento se realizó en el CIBCM, la Unidad de Microscopía Electrónica; y en la Universidad de Sao Paulo, Brasil (CICAFE, 2000).

La recolecta, separación e identificación de insectos salta hojas asociados al cultivo del café y los cítricos se realizó en forma conjunta con el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), durante los meses de enero, febrero y marzo del 2001, lográndose identificar las siguientes especies:

*Agrosomba placetis*, *Apogonalia stali*, *Chinaza bella*, *Dilobopterus hyalinatulus*, *Dilobopterus instratus*, *Erythrogonia areolata*, *Erythrogonia laeta*, *Erythrogonia sonora*, *Fusigonalia sp.*, *Graphocephala permagna*, *Macunolla ventralis*, *Nielsonia n.sp.* y *Scaphytopius sp* (INBio-CICAFE, 2001).

En forma conjunta con personal de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se realizó un levantamiento de las distribuciones de la enfermedad a nivel nacional siguiendo el criterio de la presencia de síntomas severos de la enfermedad. Se establecieron contactos con científicos de otros países para lograr colaboración y apoyo en las diferentes líneas de investigación que se requieren. Como producto concreto de esta colaboración, se logró coordinar una visita a FUNDECITRUS y al Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR) para revisar los métodos de aislamiento, inoculación y estrategias de control de la bacteria.

Recientemente fue aislada la bacteria y cultivada en medio de cultivo artificial y posteriormente inoculada en café. Esas pruebas de inoculación se realizaron tanto en Costa Rica como en Brasil y se está a la espera de obtener los resultados de estos ensayos.

Se ha realizado un muestreo de café y cítricos en las principales zonas productoras del país, encontrándose diferentes síntomas asociados a la presencia de la bacteria. Muchas de las plantas muestreadas presentan un fuerte

deterioro, con alto grado de defoliación, entrenudos cortos, poca cosecha, hojas amarillas y pequeñas. Estos síntomas son diferentes a los típicos que fueron descritos originalmente por el personal del CICAFE procedente del sur de Desamparados. Sin embargo, ya se ha mencionado que la expresión de los síntomas de *X. fastidiosa* es afectada en gran medida por las condiciones ambientales (Alexander Purcell, comunicación personal). Este patrón de síntomas puede deberse a dos alternativas: la primera de ellas implicaría la presencia de diferentes razas ya diseminadas en el cultivo de café, siendo una o algunas de ellas mucho más severas, que podrían estar dando lugar a los síntomas severos de la enfermedad. La otra u otras razas estarían diseminadas en la mayor parte del territorio nacional con síntomas menos severos. La segunda alternativa implicaría tener una sola raza y que otros factores como el clima, la edad de la planta al momento de la infección y el tiempo que ha estado la planta infectada determinen la severidad de los síntomas. Se han definido metas concretas para el trabajo en el corto plazo tendientes a aclarar estas dudas, como se detalla a continuación.

En todos los casos, es importante tener claro que la infección por *X. fastidiosa* está limitando la capacidad productiva de las variedades de café utilizadas en el país y debe considerarse equivalente al efecto que tiene el "raquitismo de la caña de azúcar". La limitación en el crecimiento y suministro de nutrientes puede a su vez estar favoreciendo la incidencia y severidad de otros patógenos como es el caso del "ojo de gallo" producido por *Mycena citricolor*.

Las metas de corto plazo propuesta por el CICAFE sobre la investigación de la "Crespera del café" son las siguientes:

- Darle seguimiento a las plantas inoculadas en el invernadero para completar los postulados de Koch, tanto en Costa Rica como en Brasil.
- Completar el muestreo de los insectos cicadélidos asociados al cultivo del café y los cítricos en todo el país.
- Aislar la bacteria de plantas con los diferentes síntomas encontrados en el país, con el fin de comparar estos aislamientos entre sí y con los existentes en Brasil.

Actualmente existen contactos para realizar estos ensayos en Brasil y los Estados Unidos.

- Determinar bajo condiciones de invernadero el efecto de la infección por *X. fastidiosa* en el rendimiento del café.
- Producir almacigo de café en condiciones protegidas, con el fin de establecer parcelas con material en el campo. Esta meta pretende en gran medida adaptar la estrategia que el FUNDECITRUS ha establecido para cítricos en Brasil.
- Probar la eficiencia de transmisión de las diferentes especies de salta hojas en el invernadero y en plantaciones de café.
- Evaluar en el invernadero y el campo el efecto de hongos entomopatogenos en el control de los insectos vectores.

### Conocimiento sobre *Xylella fastidiosa* en otros países.

La bacteria *X. fastidiosa* fue diagnosticada por microscopia de luz a partir de extractos obtenidos de los pecíolos de hojas con síntomas de la bacteria, al forzar un flujo de agua destilada estéril con una jeringa. Las gotas fueron depositadas sobre portaobjetos, los cuales permanecieron en una estufa durante el secado y luego coloreados con azul de metileno. Las bacterias fueron observadas en aglomerados característicos a 400 aumentos con una coloración azul clara, más oscura en uno de sus extremos y con una pequeña curvatura. Este método resulto ser mas eficiente para la determinación de la presencia de la bacteria que el método serológico de ELISA (71% versus 61%). La utilización de la microscopia de luz representa una practica auxiliar eficiente, rápida y de bajo costo para el diagnostico de *X. fastidiosa* en diversos cultivos (10).

Durante el periodo 1997-1998 se detectó en plantaciones comerciales de Brasil unos síntomas muy severos asociados a la infección con *X. fastidiosa*, los cuales fueron agravados por la poca disponibilidad de agua y el calor extremo de la época (12-9).

En muestreos realizados en 1996 y 1998 en varios estados productores de café en Brasil, se logró determinar la presencia de la bacteria en Paraná, Sao Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahía, Río de Janeiro y Rondonia. La incidencia de la enfermedad encontrada para la zona sur-

oeste fue del 82.5% y para la zona de Mato del 78.9% (11).

Los síntomas encontrados se presentaron en lotes con una atención optima en lo que respecta a fertilización e irrigación y se caracterizaron por la reducción del tamaño de las hojas; entrenudos mas cortos; quemaduras de los bordes de las hojas mas viejas y posterior caída de las mismas; muerte descendente de las bandolas; formación de grupos de hojas terminales pequeñas, hojas deformadas y cloróticas; reducción en el tamaño y la cantidad de la fruta; debilitamiento general de las plantas mas afectadas, las cuales mueren en algunos casos. En las plantas afectadas se observó un oscurecimiento del xilema no solo en el eje central de la planta, sino también en las bandolas de las mismas. Todas las plantas con estos síntomas resultaron positivas para *X. fastidiosa* en los análisis de laboratorio (12,9).

Muestreos realizados en el estado de Paraná mediante la técnica serológica de ELISA determinaron la presencia de la bacteria en todas las regiones productoras evaluadas. La región Norte Pioneira presentó una incidencia del 63.7%. El muestreo, además, permitió ratificar los resultados sobre la precisión de las dos técnicas de diagnostico utilizadas; siendo el análisis molecular por PCR mas sensible para detectar *X. fastidiosa* que el ELISA. Como resultado adicional del muestreo se logró aislar la bacteria a partir de material de las diferentes localidades productoras de café (3).

Razas de *X. fastidiosa* se han asociados con la "clorosis variegada de los cítricos" (CVC) en naranja dulce (*Citrus sinensis*) (L.) Osbeck (4,6,7,) y una muerte descendente y quema del borde de las hojas en café (*Coffea spp.*) en varias localidades de Brasil (13).

Ensayos tendientes a determinar la transmisión de la bacteria por semilla determinaron que la misma está presente en la semilla del café, pero no ocurre infección de las nuevas plantas originadas a partir de la semilla contaminada. Se determinó además que las plántulas de café pueden ser inoculadas por los insectos vectores en los estadios muy tempranos de desarrollo en los viveros (18). Esta situación posiblemente también esta ocurriendo en nuestro país, ya que los muestreos de insectos realizados en los almacigos de café, han determinado la presencia de una gran cantidad de salta hojas y cuando se probaron por ELISA las plantas pequeñas, un 80% de las mismas resultaron infectadas con la bacteria.

Cuando se evaluó la respuesta de varias especies e híbridos del género *Coffea spp.* ante la infección con *X. fastidiosa*, se logró determinar que las especies *Coffea kapakata*, *C. canephora*, *C. racemosa*, *C. arabica*, *C. dewevrei*, *C. stenophylla* y *C. eugenioides*., así como los híbridos *C. arabica x c. dewevrei*, *C. arabica x C. eugenioides*, *C. arabica x C. racemosa* y *C. arabica x C. robusta*, todos resultaron ser hospederos de la bacteria (19)

El análisis molecular de los ácidos nucleicos de los aislamientos de *X. fastidiosa* determinó la presencia de tres grupos. En un primer grupo se encuentran las razas que infectan uva, en el segundo las que infecta café y en el último las que infectan cítricos; presentando este último dos subgrupos. El estudio filogenético refleja una agrupación basada en el origen geográfico de las muestras y además indica que las razas que infectan café y cítricos presentan un alto grado de homología y es muy probable que tengan un origen genético común. El análisis de restricción de los fragmentos del ácido nucleico, demostró que las razas que infectan café y cítricos difieren grandemente con la raza que infecta uva (7).



después de la aparición de la quema del follaje. Debido a la defoliación, las bandolas retuvieron solo las hojas distales, las cuales se caracterizaron por su reducido tamaño, color amarillo, deformación y quema al alcanzar la madurez. En casos extremos, se produjo la muerte descendente de toda la bandola con internodos muy cortos y hojas muy pequeñas.

Los autores sostienen que *X. fastidiosa* ha estado por largo tiempo bien adaptada al cultivo del café en Brasil y no fue hasta recientemente transmitida a los cítricos por los insectos vectores y otras razas mantienen su capacidad de infectar cítricos. Esta hipótesis la sostienen basados en los siguientes hechos: i) una enfermedad con síntomas muy similares a los presentados por *X. fastidiosa* en café y que fue atribuida a problemas ocasionados por nematodos ha estado presente en Brasil mucho antes que se presentaran los síntomas en cítricos. ii) los síntomas en café se han detectado en muchos estados, incluso en algunos que no han cultivado cítricos; iii) la incidencia de la enfermedad en café es mucho mas alta que en el caso de los cítricos; iv) se demuestra en el estudio que razas aisladas a partir de cítricos tienen la capacidad de infectar café (8),



Li et al. (8) demostraron los postulados de Koch para *X. fastidiosa* en café al aislar la bacteria a partir de café y de cítricos, inocular plántulas de café y obtener los síntomas originales en 5 de 10 plantas inoculadas con la raza aislada de café y en 7 de las 10 plantas inoculadas con la raza aislada de cítricos, ocho meses después de la inoculación. Ninguna de las plantas sin inocular dio una reacción positiva al ser probadas por la misma técnica. Los primeros síntomas en las plantas inoculadas se presentaron a los tres meses post-inoculación y consistieron básicamente en una clorosis generalizada. A los seis meses de la inoculación se observó la quema en la parte distal y posteriormente en el borde de las hojas. La pérdida de follaje se observó dos a tres semanas

Una red que integra 34 laboratorios de biología y un centro de bioinformática con sede en Sao Paulo, secuenció el genoma de *X. fastidiosa* con el fin de entender la biología y mecanismos de patogenicidad de la bacteria. Algunos de los aspectos fundamentales que se desprenden del estudio son los siguientes:

i) la bacteria cuenta con una ruta para hidrolizar la celulosa a glucosa, siendo esta una estrategia eficiente para complementar la baja concentración de monosacáridos presente en el xilema de las plantas; ii) el grupo propone que la captura de iones como el hierro y el manganeso provoca una reducción importante en los niveles de micro elementos en el xilema de la planta, lo cual da origen a los síntomas

observados en el follaje; iii) el fuerte bloqueo del xilema es formado por el acumulo de polisacáridos extracelulares, los cuales originan el bloqueo y los síntomas de déficit hídrico. Además, la formación de fimbrias que ha sido observada tanto en plantas como en los insectos vectores posiblemente están involucradas en las interacciones planta-bacteria y bacteria-bacteria durante la colonización del xilema. En este mismo sentido se lograron identificar 26 genes que codifican proteínas responsables de la génesis y función de las fimbrias; v) el movimiento entre los vasos individuales del xilema es fundamental para la efectiva colonización de *X. fastidiosa*. El estudio logró determinar la presencia de varios precursores de enzimas peptolíticas con esta capacidad; vi) se identificaron cinco genes que sintetizan por toxinas similares a las encontradas en otras bacterias patogénicas; vii) el rango de hospederos es limitado en la mayoría de las bacterias que infectan plantas. Esta especificidad es normalmente regulada por los genes de avirulencia, los cuales están presentes en el patógeno y son inyectados directamente en las células del hospedero. Estos genes no se encontraron en *X. fastidiosa* y se sugiere que no se requieren debido al tipo de transmisión por insectos y por la restricción de la bacteria a los vasos del xilema, lo cual le permite vivir en el xilema sin tener que infectar otras células del hospedero (16).

Benetti et al. estudiaron los efectos estructurales de la infección de *X. fastidiosa* en plantas de café. Las plantas evaluadas presentaron bandolas con entrenudos más cortos y una reducción en el área foliar. En los estadios más avanzados de la infección se presentó la defoliación de las hojas más viejas. También se produjo una reducción en el tamaño de los frutos y los mismos se presentaron mas agrupados que en las plantas sanas (1)

A nivel estructural se observó la presencia de gomas en el xilema, las cuales están constituidas por secreciones viscosas de polisacáridos producto de la descomposición de células. La existencia de esta gomas siempre se asoció con la presencia de la bacteria *X. fastidiosa* (1)

El análisis encontró divisiones celulares anormales a nivel del xilema, el floema, el cortex y el mesofilo. En el cortex se determinó la formación de una zona en la cual las células entran en una actividad meristemática con divisiones anticlinales y periclinales. Las células en esta región presentan núcleos de mayor tamaño y paredes celulares ensanchadas.(1).



El cortex de las nervaduras presenta núcleos más grandes, paredes celulares ensanchadas, una cantidad muy reducida de cloroplastos o la ausencia total de los mismos. Los pocos cloroplastos presentaron una concentración muy alta de cristales de oxalato de calcio en comparación con el control sano. La baja concentración de cloroplastos se asocia con la clorosis intensa que presentan las plantas infectadas con la bacteria (1).

Las plantas infectadas presentaron cristales de oxalato de calcio en varios de sus tejidos, lo cual implica un aumento significativo del calcio en las plantas infectadas. Este aumento en las cantidades de calcio total podría ejercer un antagonismo con el ácido indolacético (IAA) durante el proceso de crecimiento. Es muy probable que las altas concentraciones del calcio y los bajos niveles de IAA dificultan el crecimiento celular y como consecuencia reduce el crecimiento de los entrenudos, de las bandolas y los pecíolos. (1).

Otro factor importante relacionado con la infección de *X. fastidiosa* es la disponibilidad de zinc en la planta. Se logró determinar que bajo las mismas condiciones de disponibilidad de zinc en el suelo, las plantas con síntomas severos de la enfermedad presentaron niveles muy bajos de zinc (9,7 mg/Kg.), las plantas con síntomas intermedios presentaron niveles de 17,0 mg/Kg, en comparación con las plantas sin síntomas de la infección (24,8 mg/Kg). En este estudio fue evidente que la presencia de la bacteria disminuyó el nivel de zinc en la planta, lo cual implica una menor síntesis de IAA con la correspondiente disminución en el crecimiento y promoviendo la caída de las hojas. Estos datos coinciden con otros estudios realizados en cítricos y uva, en los cuales se logró determinar que la infección con la bacteria induce menor desarrollo vegetativo, reducción en la transpiración y la fotosíntesis, altas concentraciones de zinc y de potasio (1).

## LITERATURA CITADA

- 1-. Benetti, R; et al. 1998. aspectos estruturais do Caffeiro infectado com *Xylella fastidiosa*. Bragantia, Campinas. 57 (1): 23-33
- 2-. Beretta, M.J.G., Harakava, R., and Chagas, C.M.1996. First report of *Xylella fastidiosa* in coffee. Plant disease 80: 821.
- 3-. Carvalho, F.M e Leite, R. P. 2000. levantamento da distribuicao de *Xylella fastidiosa* associada a *Coffea* spp. Em regioes cafeeiras do Paraná. Consorcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. 4 pp.
- 4-. Fonsfio, L.C., Soares, C 1998. citrus Variegated chlorosis. FUNDECITRUS/FAPESP.166 p.
- 5-. Holt, J,G; et al. 1994. Bergey´s Manual of Determinative Bacteriology. Ninth Edition. Williams &Wilkins Ed. Baltimore pag. 100,115
- 6-. International Society of Citriculture. 2000. ISC Congress, Program an Abstract. Orlando Florida. 188 p.
- 7-. Leite, R.P., et al. 1999. Genetic analysis of Brazilian strains of *Xylella fastidiosa* associated with citrus and coffee. Proceedings of the III International Seminar on biotechnology in the Coffee Agroindustry. Paraná, Brasil. Pp: 151-154
- 8-. Li, W.B; et al. 2001. Coffee leaf scorch caused by a strain of *Xylella fastidiosa* from citrus. Plant Disease 85 (5): 501505
- 9-. Lima, J.E; et al. 1996 distribuicao de *Xylella fastidiosa* no Caffeiro, nas regioes cafeeiras, e seu isolamento in vitro. Fitopatologia Brasileira 21: 392-393
- 10-.Lima, J.E; et al, 1997. Diagnose da clorose variegada dos citros por microscopia otica. Fitopatologia Brasileira 22:370-374
- 11-.Matiello, J. B; et al. 1998 levantamento da ocorrencia do amarelinho em regioes cafeeiras do Brasil e primera constacao em cafeeiros conillon. 24 th congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 24 a 27 de Novembro de 1998. Ministerio da Agricultura e Abastecimento-SDR/PROCAFE/PNFC.
- 12-.Matiello, J. B e Almeida, S. R. 1998. escurecimento dos vasos nas hastes e em ramos laterais e mortalidade de cafeeiros, no sul de Minas e na Bahia, associados a presenca de *Xylella fastidiosa*. 24 th. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 24 a 27 de Novembro de 1998. Ministerio da Agricultura e Abastecimento-SDR/PROCAFE/PNFC.
- 13-.Paradela, O., et al, 1999. Atrofia dos ramos de cafeeiro, acusada por *Xylella fastidios*. Boletim Tecnico, 182. Instituto Agronomico de Campinas.
- 14-.Rodriguez, C.M; et al. 2001. First report of *Xylella fastidiosa* infecting Coffee in Costa Rica. Plant Disease 85:1027.
- 15-.Rodriguez, C.M; Obando, J.J; Chaves, V. 2001. Crespera del Café en Costa Rica asociada a la presenca de *Xylella fastidiosa*. Instituto del Café de Costa Rica. Pp 10.
- 16-.The *Xylella fastidiosa*. Consortium of the Organization for Nucleotide Sequencing and Analysis. 2000. the genome sequence of the plant pathogen *Xylella fastidiosa* . Nature 406: 151-156.
- 17-.Yorinori, M.A; et al. presenca de *Xylella fastidiosa* em sementes e mudas de cafeeiro. Consorcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Cafe. 4 pp.
- 18-.Yorinori, A; et al. Associacao de *Xylella fastidiosa* com especies e hibridos interespecificos de Caffeiro. Consorcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Cafe. 4 pp.
- 19-.Valencia, G. 1983. La Crespera, un disturbio fisiológico del cafeto. CENICAFE. Avances Técnicos Numero 112:229-232





## Trabajos presentados en el XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura ICAFE-PROMECAFE, Costa Rica 2000 L. Zamora y H. Echeverri, Editores

### Evaluación *In Vitro* del ácido Propiónico+ Cal Contra el Ojo de Gallo (*Mycena citricolor*) en Café.

Luis Vargas Cartagena<sup>1</sup>

Con el objetivo de evaluar la eficacia biológica del ácido propiónico + cal contra el ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en café, se estableció un experimento bajo condiciones controladas (prueba en bandejas) en el Laboratorio de protección de Cultivos del Ministerio de Agricultura y Ganadería. El trabajo se efectuó durante el mes de junio de 1999. Los tratamientos fueron los siguientes: 1)- Acido propiónico + cal ( 5 cc de producto comercial (P.C./ 1), 2)- Acido propiónico + cal (10 cc P.C./1), 3)- Acido + cal (20cc P.C./1), 4)- Cyproconazole ( 1.25cc P.C./1) y 5)- testigo absoluto. En la prueba de bandejas los resultados indicaron que las dosis mas elevada del ácido propiónico + cal manifestó una acción preventiva (condición de gemas removidas contra el hongo al presentar niveles de daño de

18.16% y 30.63% en la 1era y 2da evaluación respectivamente, en contraste con 39.24% y 58.0.% en el tratamiento testigo. Asimismo en la variable de porcentaje de gemacion ( condición de gemas sin remover (SR), la dosis mas alta del ácido propiónico + cal ejerció un efecto erradicante sobre las gemas o cabecitas del hongo; efecto que se detecto al pasar de 40.51% (dato de la 1era evaluación ) a 24.35% en la 2da evaluación. Tanto en la condición R como SR, así propiónico + cal presento diferencias estadísticas con el tratamiento testigo. En la prueba de platos petri todas las dosis evaluadas del ácido propiónico + cal inhibieron totalmente la expansión de las hifas del hongo, lo cual evidencia que dicho producto se neutralizó por el ácido oxálico producido por el patógeno. Se sugiere evaluar formulaciones apropiadas de este producto o mezclas con otras sustancias químicas que le provean mayor persistencia y efectividad bajo condiciones de campo.

<sup>1</sup> Depto de Protección de Cultivos, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Apdo. 10094. E-mail: vargmora@racsa.co.cr

## CARACTERIZACION DE SUELOS CAFETALEROS Y MANEJO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN EL CANTON DE PEREZ ZELEDON, COSTA RICA

Jorge Eduardo Ramirez<sup>1</sup>

Rafael Angel Mata<sup>2</sup>

Henry Rojas<sup>3</sup>

En la zona cafetalera del cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José, Costa Rica; se realizó un estudio de caracterización morfológica, química y física de los suelos. A partir de los principios de fisiografía, se describieron cinco regiones en las cuales se realizó una actualización de la clasificación taxonómica de los suelos, con base en estos resultados, la información climática y la condición agronómica que presenta el cultivo; se determinaron las principales limitaciones que presenta la caficultura de la zona, se proponen

lineamientos generales y ajustes en el manejo de los suelos y el cultivo de acuerdo con las condiciones actuales que presenta cada unidad fisiográfica.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Café, ICAFE

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Agronómicas, UCR

<sup>3</sup> Regional Pérez Zeledón, ICAFE-Costa Rica

## EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE SULFATO DE ZINC APLICADOS AL SUELO Y FUENTES DE ZINC FOLIARES EN DOS ZONAS CAFETALERAS DE COSTA RICA 2000

Carlos Fonseca Castro<sup>1</sup>  
Juan José Obando Jimenez<sup>1</sup>

En dos localidades cafetaleras de costa Rica se estudió el efecto de diferentes fertilizantes foliares a base de dosis de sulfato de zinc aplicado al suelo. Luego de tres periodos de cosecha no se detectaron diferencias entre los tratamientos realizados, que 45 días después de las aplicaciones, incrementaron los tenores foliares de zinc.

El sulfato de zinc se acumulo rápidamente en el suelo para la localidad de Desamparados 1300 msnm, 1300 mm/

año, suelo tipo ultisol; fundamentalmente por aspectos agro climáticos. Cualquier producto a base de zinc foliar puede ser utilizado efectivamente en aplicaciones al suelo siempre y cuando no se supere los 25 kg/ha de  $ZnSO_4$ . Se puede prescindir su uso en forma temporal, cuando los niveles de zinc sean superiores a 3 ppm.

<sup>1</sup>Ingenieros Agrónomos Investigadores ICAFE, Costa Rica

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE LOS MATERIALES GENETICOS CATURRA, VARIEDAD COSTA RICA 95, CATUAI Y CATIMOR T5175 EN OCHO ZONAS CAFETALERAS DE COSTA RICA.

Bernal Cisneros<sup>1</sup>  
José E. Arias V<sup>1</sup>  
Carlos Fonseca C<sup>1</sup>  
Guillermo Ramírez M<sup>1</sup>  
José E. Ramírez R<sup>1</sup>  
Juan J. Obando J<sup>1</sup>

Este trabajo tuvo como objetivo valorar el comportamiento agro productivo de las Variedades Costa Rica 95, Caturra, Catuai y Catimor T 5175 para lo cual se establecieron ensayos de investigación en ocho zonas cafetaleras de Costa Rica. Se iniciaron en el año 1993, bajo un diseño de ensayo semicritico multilocal. La densidad de siembra se relacionó con el aporte de la planta considerando que Catuai y Catimor T5175, son de porte medio y la variedad Costa Rica 95 y Caturra de porte bajo. Cada tratamiento se estableció en parcelas de 500 v<sup>2</sup> y el sistema de manejo, es el recomendado para la zona en estudio.

El análisis estadístico del promedio de producción mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, los materiales derivados del Híbrido de Timor: Variedad Costa Rica 95 y

Catimor T5175, no difieren estadísticamente entre si, pero superan a las variedades Caturra y Catuai que se ubican en un grupo estadístico aparte e iguales entre si. Las pruebas de rendimiento en beneficiado, mostraron que el Catuai, es el de mejor rendimiento seguido del Caturra que supera levemente a la Variedad Costa Rica 95 y un poco menos el Catimor T 5175.

Al hacer el análisis sensorial, respecto a la calidad de taza, los genotipos Catuai, Caturra y Variedad Costa Rica 95 resultaron iguales, mientras que el Catimor T 5175, resulta de inferior calidad, por lo cual este ultimo no se recomienda para la siembra comercial.

<sup>1</sup> Ingenieros Agrónomos Investigadores ICAFE, Costa Rica.

