



PROMECAFE

MINIEDITORIAL

RESPONSABLES

Guillermo Canet Brenes
Secretario Ejecutivo PROMECAFE

Edgar Lionel Ibarra
Editor Técnico

CONTENIDO

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

COLABORADORES

- Francisco Anzueto, ANACAFE, Guatemala.
- Philippe Vaast, CIRAD-CATIE.
- Maricela Mejía F. PROMECAFE, El Salvador.
- Philippe Lashermes, IRD, Francia.

El Boletín PROMECAFE
se distribuye gratuitamente.

Los interesados
pueden dirigirse a:
IICA/PROMECAFE

Apdo. Postal # 1815
Guatemala, Guatemala
Tel./Fax: (502) 2334-7603
Tel.: (502) 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)

UNA POLÍTICA IMPLÍCITA DE SUSTENTABILIDAD

La competencia por calidad es una forma de promover el acceso de la oferta cafetera a segmentos del mercado especializados en cafés finos, specialty coffees o de café gourmet, los cuales se encuentran en expansión a nivel mundial. En esta modalidad están afanados todos los países productores, incluidos los de la región de PROMECAFE, contando para ello con la cooperación de organismos internacionales y la de gremios comerciales dedicados a este rubro especial, mediante diversos mecanismos, como los concursos de calidad, subastas electrónicas, promoción de marcas y orígenes de reconocida reputación y otras formas.

También se agrega a ello la promoción y certificación de “cafés con causa”, como los orgánicos, amigables con el ambiente, solidarios de precio justo, que también concurren a segmentos de mercado muy especiales y que al igual que los de calidad excepcional, ofrecen precios superiores a los del mercado global del café verde común, generalmente referidos a las cotizaciones del Board of Trade de New York para los Arábicas o los de la bolsa de Londres para los Robustas.

Lo anterior se perfila como estrategia que aprovecha nuestras ventajas en la producción de cafés Arábicas lavados; y nos indica que en la misma subyace una política implícita de sustentabilidad, es decir, alcanzar una caficultura que proporcione sustento duradero a sus actores, para lo cual ésta se orienta en las exigencias del mercado. Una política de sustentabilidad no es excluyente de otra de mayor alcance en el panorama económico de la región, como sería la de buscar una menor dependencia de materias primas de exportación sin valor agregado, para promover el desarrollo económico y social; y en efecto puede contribuir a ese propósito. Sin embargo no debe desatenderse la consideración de otros aspectos del desarrollo rural en particular. Uno es el hecho de que no todos los recursos físico naturales ocupados por la caficultura actual son apropiados para una producción de alta calidad de Arábicas y además los insumos necesarios son comparativamente caros. El otro aspecto consiste en que los segmentos de mercado especializado tienen un límite, su tamaño aún es pequeño en comparación al consumo global de café y demanda alta competitividad.

Entonces, un paradigma de calidad excepcional deberá acompañarse de medidas que permitan balancear la ecuación de sostenibilidad y beneficio para la mayor parte posible de actores de la caficultura, no abandonando a su suerte a los miles de productores que no cuentan con los recursos óptimos para participar en la producción de café de alta calidad, a los cuales se puede asistir, por ejemplo, en su transición a otras opciones productivas, sin dañar la base de recursos naturales y la biodiversidad en su actual sistema. Invitamos a una consideración y análisis más a fondo de esta delicada situación que sin duda afecta a muchísimas familias de la región de PROMECAFE; y a la definición y ejecución de medidas apropiadas que se deriven de la misma.

PROMECAFE EN MARCHA

XXI SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

LA CAFICULTURA SOSTENIBLE, UN DESAFÍO IMPOSTERGABLE

El comité organizador del XXI Simposio Latinoamericano de Caficultura El Salvador 2005, se complace en invitarle a participar en el evento, que sesionara en el Hotel Radisson Plaza en la ciudad de San Salvador los días del 14 al 15 de julio de 2005.

El evento propiciará un intercambio de experiencias y conocimientos entre los actores de las cadenas productivas del café y otros segmentos donde el café posee un importante papel en el desarrollo social, económico y ambiental; y tendrá como principales objetivos:

1. Dar a conocer aspectos de actualidad y relevancia sobre la producción y mercado global del café
2. Promover el intercambio horizontal de tecnología entre los países participantes
3. Conocer las innovaciones tecnológicas alcanzadas en Latinoamérica para modernización mejoramiento de la caficultura.

El Simposio estará orientado hacia diversas líneas tecnológicas, según lo acordado por el Comité Técnico, considerando que el Simposio estará conformado por cinco charlas magistrales y 30 presentaciones técnicas:

Contactos para información:

Lic. Sandra Serrano
sserrano@procafe.com.sv

Dr. Sergio Gil
sgil@procafe.com.sv
Ing. Carlos Pleitez
cpleitez@procafe.com.sv

Este evento tecnológico y científico de la caficultura hemisférica ha sido instituido por IICA/PROMECAFE desde 1978, cuando se realizó el I Simposio en octubre de dicho año en Ribeirão Preto, Saõ Paulo, Brasil; en coordinacion con el 6° Congresso Brasileiro de Pesquisas em Cafeicultura. Desde entonces el Simposio se llevó a cabo anualmente en los países miembros del programa, organizado por los organismos prominenetes de la caficultura en cada sede, con apoyo de la Secretaria Ejecutiva de IICA/PROMECAFE. A partir de 2001 el Consejo Directivo del programa acordó que el mismo se efectuase cada dos años. El más reciente evento , el XX Simposio, tuvo lugar en la Ciudad de San Pedro Sula, Honduras, en mayo del 2003.

ACCIÓN DE PROMECAFE EN COSTA RICA

El 4 de febrero del corriente año se llevó a cabo en CICAPE, Heredia , una reunión de programación en la fase terminal del proyecto de Mejoramiento Genético auspiciado por FONTAGRO y de otras actividades dentro de la cooperación científica de CIRAD en Costa Rica. En la reunión participaron los ingenieros Luis Zamora y Carlos Fonseca, funcionarios de ICAFE, los expertos de CIRAD/PROMECAFE: doctor Jacques Avelino, asesor en los proyectos de Racionalización del Control de Enfermedades endémicas del Cafeto y el de Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen (IGP, DOP) del café , para lo cual también se facilitó la participación del estudiante graduado Jean Christophe Galland de Francia, en apoyo al Dr. Avelino en estudios locales de mercado dentro del proyecto IGP, del 2 de mayo al 20 de agosto; el doctor Pierre Charmetant, asesor del proyecto regional de Mejoramientos Genético; y el ingeniero Guillermo Canet Brenes, Secretario Ejecutivo de IICA/PROMECAFE.

COPERACIÓN TÉCNICA EN JAMAICA

Mediante el mecanismo de cooperación horizontal de IICA/PROMECAFE, el ingeniero Jorge Sandoval, especialista de PROCAFE de El Salvador, realizó una misión de apoyo técnico a Jamaica, del 13 al 18 de febrero, sobre tecnología de fertilización diluida al cafeto, en la cual se capacitaron técnicos de CIB y del Ministry of Agriculture de Jamaica, habiendo donado de parte de PROCAFE, una bomba inyectora manual de fertilizante líquido. En forma recíproca, el ing. Sandoval recibió información técnica y demostraciones sobre el sistema de podas y manejo de plantaciones de café Typica, tema de especial interés actual a la caficultura salvadoreña.

TALLER SOBRE MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSECHAS DE CAFÉ

Por invitación del Programa de Armonización de las Estadísticas Agrícolas de la América Central – APPI (USAID) y el Instituto Hondureño del Café en coordinación con IICA/PROMECAFE, se llevó a cabo este taller de información y consulta sobre aspectos conceptuales y metodológicos aplicables a la estimación de cosechas de café en la región, con referencia a la promoción de la calidad, el cual tuvo lugar en Yojoa, Honduras del 9 al 11 de marzo 2005. El evento inaugurado por el ingeniero David Valeriano Pinto, Gerente General de IHCAFE, contó con la participación de delegados de los institutos cafeteros de Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras y Panamá, quienes presentaron los mecanismos actuales para la estimación y generación de estadísticas continuas sobre café. También hubo presentaciones ilustrativas sobre metodología estadística a cargo de los doctores Francisco Gómez, director de APPI, Steve Kellogg y Terry Holland de USDA/NASS; el Dr. Francisco Anzueto de ANACAFE sobre el tema de fisiología y fenología del cafeto; y el ingeniero Guillermo Canet Brenes (PROMECAFE) quien expuso resultados de un taller similar de 1992 y la evolución metodológica de

estimación de cosechas hasta el presente. El señor Rolando Cañas, Catador Oficial de la Central de Cooperativas Cafetaleras de Honduras presentó el tema de cafés de alta calidad de Centroamérica y una demostración gustativa de los mismos. De la discusión de los temas tratados se generó consenso en la necesidad de un retorno a la utilización de métodos estadísticos objetivos en la estimación y predicción de cosechas de café, con medidas de precisión. Se hizo una apreciación y definieron las variables importantes con influencia en la estimación de parámetros de producción y hubo acuerdo en que es valiosa y bienvenida la cooperación técnica de USDA/NASS, ofrecida para tal propósito.

COOPERACIÓN TÉCNICA EN PANAMÁ

El 11 de abril se llevó a cabo una reunión de trabajo en la Ciudad de Panamá en la cual participaron los Licenciados Elia Guerra y Jorge Luis Alemán, Directora y sub Director de Cooperación Internacional del Ministerio de Desarrollo Agropecuario – MIDA; las ingenieras Naira Camacho y Enelvia Rujano de la Dirección de Sanidad Vegetal del MIDA y los ingenieros Alexis Miranda, enlace técnico MIDA-PROMECAFE y Guillermo Canet Brenes de IICA/PROMECAFE. En esta reunión se revisaron aspectos de la cooperación técnica programados en 2005 y necesidades de corto plazo para el fortalecimiento tecnológico del programa de Café del MIDA, así como de la prevención del ingreso de la broca del café a Panamá.

El día 14 de abril el ingeniero Canet Brenes acompañado del Representante de IICA en Panamá, Dr. José Luis Parisi visitaron al Viceministro de Agricultura, ingeniero Adonai Rios, quien solicitó cooperación para un proyecto de asistencia a pequeños productores en una zona agrícola determinada en la cual el MIDA hará una evaluación para definir las acciones necesarias. El siguiente día se asistió a la IV Reunión Internacional de FORAGRO que se llevó a cabo en la Ciudad de Panamá, para participar en los temas de cooperación para la innovación tecnológica en las Américas.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAFÉ 2004-05

Un comunicado reciente de la OIC proporciona cifras estimativas de la producción mundial de café 2004-05, con un total de 113.4 millones de sacos de 60 kg y adelanta que la cosecha próxima 05/06 será inferior, con una predicción de 107 millones de sacos, debido a problemas recientes de sequías en Brasil y Vietnam. Sin embargo se advierte que las cosechas subsiguientes 06/07 y 07/08 serán potencialmente altas, lo cual impone cierta cautela con respecto al optimismo despertado de esperar un largo período de buenos precios del café.

Según los números de OIC la cosecha 04/05 es superior a la del año pasado (103.9 millones de sacos) pero estará por debajo de la línea del consumo mundial, que para 04/05 la OIC sitúa en los 114.1 millones de sacos. La firma alemana F. O. Litch también nos ofrece estimaciones de manera similar, indicando un total de 114.8 millones de sacos de 60 kg de producción y demanda de 118 millones de sacos a nivel global. Con ello se consolida la expectativa de buenos precios en el corto plazo.

El siguiente cuadro exhibe las cifras de cosecha por país productor,

estimadas por OIC, como siempre comandadas por Brasil con 38.7 millones y luego le sigue Vietnam que vuelve a sorprender con una oferta al mercado de 14 millones de sacos. En el resto de países, según se puede observar en las cifras, solo hay cambios de posicionamiento jerárquico, destacándose los siguientes casos, si tomamos como comparador las producciones en 00/01 cuando se inicia la crisis de precios: En el continente africano se incrementa la producción de Etiopía, haciendo contrapeso a las bajas significativas en Costa de Marfil y Uganda. En América la producción de Brasil es muy superior, se incrementa en Perú y decrece bastante en Colombia y los países de Centroamérica, excepto en Honduras. En la región de Asia y Oceanía, Vietnam es el líder y por otra parte decrece la participación de Indonesia y Tailandia en la oferta mundial de café.

Producción mundial de café en los años que se indican. Millones de sacos de 60 kg					
País	2000/01	2004/05	País	2000/01	2004/05
Africa			América		
Etiopía	2.77	5.00	Brasil	32.00	38.67
Uganda	3.20	2.75	Colombia	10.53	11.50
Costa de Marfil	4.85	1.48	México	4.82	3.87
Camerún	1.11	1.10	Guatemala	4.94	3.45
Kenya	0.99	0.92	Perú	2.60	3.07
Tanzania	0.82	0.75	Honduras	2.67	2.75
Madagascar	0.37	0.63	Costa Rica	2.25	1.92
R. Dem. Congo	0.43	0.62	El Salvador	1.71	1.43
Burundi	0.34	0.57	Nicaragua	1.60	0.92
Otros	1.44	1.45	Ecuador	0.87	0.75
			Venezuela	0.96	0.92
Asia y Oceanía			R. Dominicana	0.44	0.56
Vietnam	14.78	14.00	Otros	1.14	
Indonesia	6.98	5.75			
India	4.53	4.85	TOTAL	112.68	113.39
Papua N. Guinea	1.04	1.20			
Tailandia	1.69	1.06			
Otros	0.82	0.48			

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAFÉ EN 2004-05



FOMENTAN SELLO DE CAFÉ SOSTENIBLE EN COSTA RICA

Tomado de La Prensa Libre, San José, Costa Rica 02/02/05

El sello de Café Sostenible es emitido por la Dirección de Servicio Fitosanitario del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en reconocimiento a que empresas productoras y beneficiadoras de café cumplen con prácticas y requisitos de producción amigable con la naturaleza y con los programas de seguridad ocupacional y de equidad social de Costa Rica.

El sello procura obtener un incremento de valor agregado y asegurar opermanencia de la industria cafetera en el mercado. Para otorgar este certificado las fincas y establecimientos de beneficiado de café son auditadas por inspectores del ICAFE y además, se brinda capacitación a los dueños y operadores de las mismas en materia de legislación laboral, caficultura sostenible, cultura preventiva en salud ocupacional, manejo seguro del agua, de agroquímicos y de maquinaria. En ello coopera la OIT de Naciones Unidas y el gobierno canadiense (Ed. E. L. I.).

GRANDES BANCOS PROPICIAN LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES.

Basado en noticias de www.cincodias.es y CSR wire www.cswire.com 27/02/05

J. P. Morgan Chase se adhiere a la política del Banco Mundial (Principio de Ecuador) de aplicar códigos medio ambientales para la concesión de préstamos destinados a la infraestructura por más de 50 millones de US dólares, incluso, J. P. Morgan Chase se rebajó al límite de 10 millones; con lo cual se une a otras instituciones como el Bank of America y City Group que imponen restricciones a proyectos de inversión con impactos ecológicos negativos, en el caso de explotaciones forestales. Estas políticas podrían, eventualmente, alcanzar a los sistemas agroforestales con café, ya sea desalentando el avance de la frontera cafetera hacia zonas forestales protegidas, de altitud óptima para Arábicas de alta calidad, o estimulando dichos sistemas como alternativa opcional en tierras agrícolas en situación de riesgo en cuanto a la conservación de los recursos naturales. Lo interesante por ahora, es la creciente actitud de las grandes firmas financieras del mundo a favor de la conservación de dichos recursos estratégicos para el desarrollo sostenible

y por la presión política hacia países industrializados que aún no han suscrito el Protocolo de Kyoto, el cual establece medidas y compensaciones para disminuir el calentamiento global y el deterioro del ambiente a nivel mundial. (Ed. E.I.I.)

SUBEN LOS PRECIOS DEL CAFÉ AL CONSUMIDOR EN JAPON.

Basado en noticias de la Red Bloomberg, via internet. 28/02/05

Japón mueve grandes volúmenes de café anualmente como uno de los mayores importadores netos del mundo, donde se ha visto últimamente un

importante aumento de los precios, que hacia finales de abril del corriente año, es 78 % superior que el de hace seis meses. En ello ha tenido participación el incremento de consumo y de precio de los cafés Arábicas, por el creciente gusto por el Capuchino que muestran los consumidores japoneses.

Por otra parte el Tokyo Grain Exchange señala que también incide en esta tendencia, la especulación por los efectos de fenómenos naturales recientes en las próximas cosechas de los principales proveedores de café: sequías en los estados de Paraná, Saõ Paulo y Rondônia en Brasil; y la conclusión temprana de la época lluviosa en la provincia de Dak Lak en Vietnam. (Ed. E.L. I)

PONENCIAS

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

SOSTENIBILIDAD, CALIDAD DEL CAFÉ E IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ DE CENTROAMERICA ¹

Philippe Vaast ²

I Introducción

Se presenta un compendio de actividades y avances de resultados del proyecto Sustainability of Coffee Agroforestry Systems in Central America - CASCA, iniciado en 2001 con apoyo financiero de la Unión Europea, en el cual participan como socios ejecutores el CIRAD de Francia, el CATIE, ANACAFE de Guatemala e ICAFE de Costa Rica a través de IICA/Promecafé, la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua y el Centro de Ecología e Hidrología de Edimburgo, Reino Unido. El proyecto tiene el objetivo central de promover los sistemas agroforestales con café con la finalidad de mejorar el ingreso de las familias dedicadas a los mismos en la región Centroamericana, a través de la producción de café de alta calidad y la diversificación

productiva de las fincas (madera y fuentes de energía); y también valorar los servicios ambientales a la sociedad que proveen estos sistemas, como compensación a la caída e inestabilidad de los precios del café en el mercado internacional. En la ejecución del proyecto han participado hasta la fecha, 22 investigadores y 27 estudiantes graduados (18 latinoamericanos y 9 europeos) de los organismos ejecutores mencionados.

II Estudios Socio económicos

En el período 2001 – 2004, se realizaron encuestas en nueve zonas cafetaleras de importancia (4 en Costa Rica, 3 en Nicaragua y 2 en Guatemala), logrando información sobre el conocimiento de los productores en cuanto al manejo agroforestal de las fincas, lo cual representa a aproximadamente 300 fincas de Costa Rica, 200 de Nicaragua y 100 de Guatemala. Con ello se conforma una base de datos de valiosa información sobre los conocimientos convencionales de los productores y sobre la diversidad de los sistemas de producción de café, ingresos obtenidos y los costos de insumos y mano de obra. Del estudio de esta información se produjeron varios artículos científicos

¹ CASCA: International Scientific Cooperation Projects, Contract # ICA4-2001-10071.

² Ph D. Investigador CIRAD, Profesor Asociado CATIE, Coordinador del proyecto CASCA. pvaast@catie.ac.cr

por los investigadores y tesis de grado de los estudiantes participantes, sobre las tipologías agroforestales y su manejo actual.

Adicionalmente, se llevaron a cabo en Costa Rica estudios sobre los productos de especies maderables asociadas a las plantaciones de café: *Eucalyptus deglupta*, *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* y *Cedrela odorata*; revelando su importancia financiera para los diversos actores de la cadena productiva, desde los cafetaleros hasta los usuarios finales de los productos. Los estudios indican que las ventas de madera representan del 10 al 33 % del valor actual de las rentas cafetaleras acumuladas en un período de 8 a 25 años, dependiendo de la rotación de especies maderables en las zonas de bajo (< 800 msnm). Indican además que se ha incrementado la demanda de maderas en Centroamérica y que los caficultores obtienen más beneficios si ellos mismos cosechan la madera, en comparación con la venta de árboles en pie a intermediarios.

Se llevan a cabo estudios adicionales sobre comercialización de madera y de leña obtenida de los sistemas agroforestales con café en Guatemala y en Nicaragua. También se ha iniciado otro estudio económico sobre el costo/beneficio de conversión de fincas a los requerimientos de tipo ambiental y social de “Coffee Practices” de la empresa Starbucks, con la cual se puede comercializar el café a precios superiores.

Los datos obtenidos sobre ingreso de las fincas cafetaleras han sido utilizados en estudios con modelos estocásticos de simulación de diversos escenarios de manejo de las plantaciones (pleno sol en comparación con sistemas agroforestales y con diversas especies de árboles de sombra), tomando en consideración aspectos de riesgo económico, según precios del café, madera y leña; factores climáticos y otros ingresos agrícolas.

Al final del proyecto (diciembre 2005) se espera haber desarrollado modelos de manejo, “amigables al usuario”, a fin de ayudar a mejorar los sistemas actuales, seleccionando las especies forestales apropiadas de acuerdo a condiciones ecológicas del lugar y la situación socio económica de los productores.

Estudios Biofísicos

3.1 Distribución de la luz solar entre cafetos y árboles de sombra

Se midió la interceptación de luz solar por el dosel de copa de las especies maderables: *Terminalia amazonia*, *Terminalia ivorensis*, *Cedrela odorata*, *Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora* y las leguminosas de sombra: *Erythrina poeppigiana*, *Glicicidia sepium* e *Inga spp.* en cinco sitios experimentales y más de 200 fincas de café en Costa Rica, Guatemala y Nicaragua. Se determinó que para condiciones sub-óptimas para cultivo de café (altitud menor a 800 msnm y temperatura diurna media mayor de 25° C), es recomendable un sistema con sombra cercana a 40%, lo que permite mantener una actividad fotosintética óptima en las hojas de los cafetos con un nivel de radiación fotosintéticamente activa (RAFA) adecuado, en el rango de 400 a 1200 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para condiciones óptimas (> 1000 msnm) con nubosidad más alta, el cultivo de café bajo sombra de alrededor de 20% es lo más recomendable. En Centroamérica es típico que para días soleados en zonas bajas los valores de RAFA puedan llegar a 2200 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ al medio día, en tanto que en zonas altas y condiciones de nubosidad llegan a niveles inferiores de 800 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Las observaciones en las fincas encuestadas muestran que los productores generalmente plantan árboles maderables de sombra a una alta densidad (>220 árboles/ha) y que no se manejan adecuadamente, desatendiendo los raleos de acuerdo al crecimiento de los árboles.

Se desarrolló una metodología para cuantificar y modelar la interceptación de luz solar por los árboles de sombra basada en fotografía digital (silueta de árboles y tomas “ojo de pescado” bajo el dosel). Estas fotos se pueden tomar durante el ciclo productivo del café para documentar con precisión los cambios estacionales en la fenología de los árboles de sombra y por lo tanto la disponibilidad de luz solar para los cafetos (foto 1).

Actualmente se desarrolla un modelo de distribución de luz entre los árboles asociados y el estrato de cafetos, con el cual se podrá orientar la selección y manejo apropiado de especies arbóreas (densidad, raleo, podas de copa) de acuerdo a las condiciones ecológicas, a fin de mantener niveles adecuados de luz para los cafetos.



Foto 1: fotografía hemisférica « ojo de pez » bajo árboles de sombra (*Terminalia ivorensis*) (Philippe Vaast)

3.2 Distribución de agua entre cafetos y especies arbóreas

Se reunió información sobre transpiración de los cafetos y árboles de sombrero: *Terminalia ivorensis*, *Eucalyptus deglupta*, *Erythrina poeppigina* e *Inga spp.* a través de mediciones de flujo de savia en situaciones óptimas y sub-óptimas de cultivo en Costa Rica (foto 2). Así también se monitorearon las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa del aire, viento y radiación solar), el contenido de agua del suelo y la escorrentía.

Estos datos demuestran que el consumo diario combinado de agua, de los cafetos y de los árboles es mayor en todos los sistemas agroforestales en comparación al monocultivo de café a plena exposición solar. Sin embargo, en los sistemas bajo sombra, las hojas de los cafetos están sujetas a menor debilitamiento o estrés y transpiran menos, debido a una menor temperatura y exposición directa a la radiación solar. Se demuestra que en los sistemas agroforestales la escorrentía se reduce a más de la mitad en caso de fuertes lluvias (> 15 mm al día), contribuyendo así a disminuir la erosión del suelo.

Se está trabajando en la elaboración de un modelo que oriente la selección adecuada de especies forestales de acuerdo a las condiciones meteorológicas, especialmente de la precipitación pluvial a fin de evitar competencia por el agua entre el café y los árboles durante la estación seca.



Foto 2: mediciones de flujo de savia en el tronco de *Erythrina poeppigina*. (Philippe Vaast)

Producción y eco fisiología del cafeto

Han sido estudiadas las respuestas de las hojas del cafeto a las condiciones micro ambientales a nivel de campo; y el transporte y acumulación de carbohidratos entre brotes y frutos, en cuatro sitios

experimentales bajo sombra, artificial y de árboles intercalados, en tres localidades de Costa Rica y una de Nicaragua. Los resultados obtenidos muestran que la sombra crea condiciones micro climáticas favorables al cultivo del café, al disminuir la temperatura hasta 4-5° C en lugares de baja altitud (< 800 msnm), y aún en la zonas óptimas para café (> 1000 msnm) esta disminución puede llegar a 2-3° C.

Se registraron mediciones con un analizador de CO₂ (foto 3) en hojas y frutos del café, así como de foto-inhibición y conductividad estomática, en relación a diversas condiciones micro climáticas y períodos del día. Los resultados demuestran que la conductividad estomática de las hojas y la fotosíntesis se encuentran a su máxima actividad durante las tempranas horas del día, después de lo cual decrecen acentuadamente.



Foto 3: medición de fotosíntesis neta de hojas de café en pleno sol. (Philippe Vaast)

El análisis de los datos acumulados durante tres años indica que al incrementarse la temperatura de la hoja y el déficit de presión de vapor del aire (VPD por sus siglas en inglés), se deprime fuertemente la fotosíntesis (Figuras 1 y 2). Se constata además que cuando las hojas han sido expuestas a alta radiación solar durante las horas previas a la medición es igualmente alta la foto-inhibición. También los

datos indican que la fotosíntesis de los frutos puede contribuir al 10 - 15 % de su propia demanda de carbohidratos y que esta contribución fotosintética decrece cuando aumenta la biomasa y la edad de los frutos. Se demuestra así que la fotosíntesis foliar decrece y que las reservas, particularmente de azúcares solubles, se incrementan en las hojas cuando hay baja demanda de carbohidratos por parte de los frutos.

Toda esta información lograda con las citadas mediciones ecofisiológicas, indica que la plena exposición solar de los cafetos (altas radiación solar y temperatura y baja humedad relativa alrededor de las hojas), induce una tensión o estrés que deprime las actividades fisiológicas de las plantas de café. La presencia de árboles de sombra en cafetales con condiciones sub. óptimas (< 800 msnm) reduce el estrés de calor y mejora el crecimiento y productividad. Comparativamente con la plena exposición solar, se mejora la producción hasta en 50 % en tres cosechas consecutivas si el nivel de sombra es constante entre 30 - 40 %. La sombra reduce la intensidad de floración en un 15%, pero también reduce la purga o caída de los frutos en 50% durante el ciclo productivo.

En condiciones óptimas (> 1000 msnm, temperatura media diaria < 22° C) con sombra cercana a 20%, decrece la senescencia de las hojas del cafeto, particularmente en la estación seca. La vida media de las hojas es de un año a la sombra, en tanto que a pleno sol ésta se reduce a 8 - 9 meses. Bajo sombra en esas condiciones óptimas, la producción de café es 20% menor en tres ciclos consecutivos comparativamente con la plena exposición solar pero ésta también reduce el ciclo bianual de la producción, lo cual es particularmente importante para los productores porque sus ingresos son más estables año tras año. También, esto beneficia a los beneficiadores y cooperativas cafetaleras porque les permite aprovechar al máximo sus inversiones en equipos y operaciones al no haber altibajos en la cosecha.

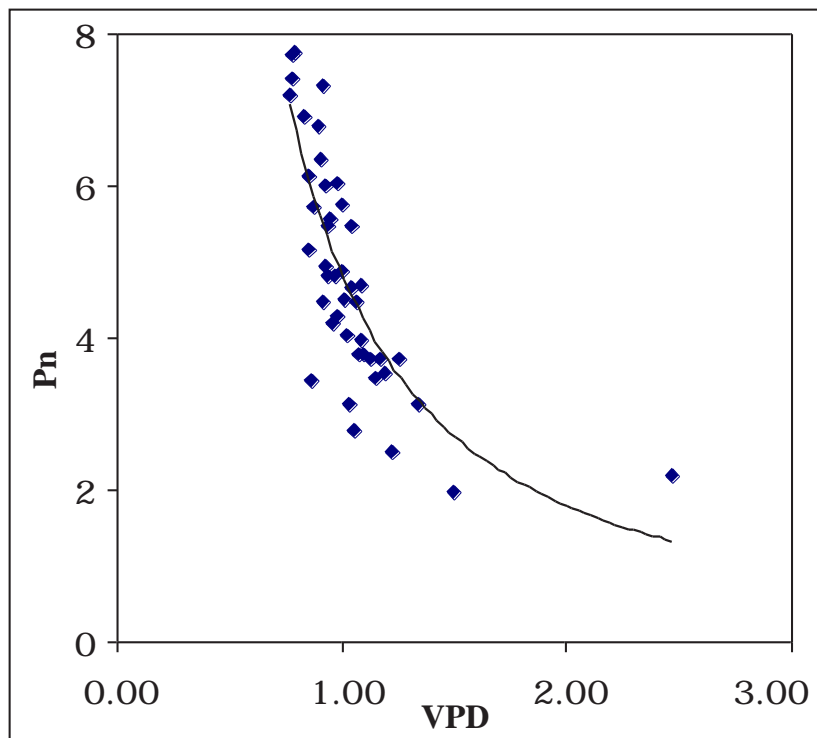


Figura 1: Efectos del déficit de presión de vapor (VPD) sobre la fotosíntesis neta de hojas de café (Pn en $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

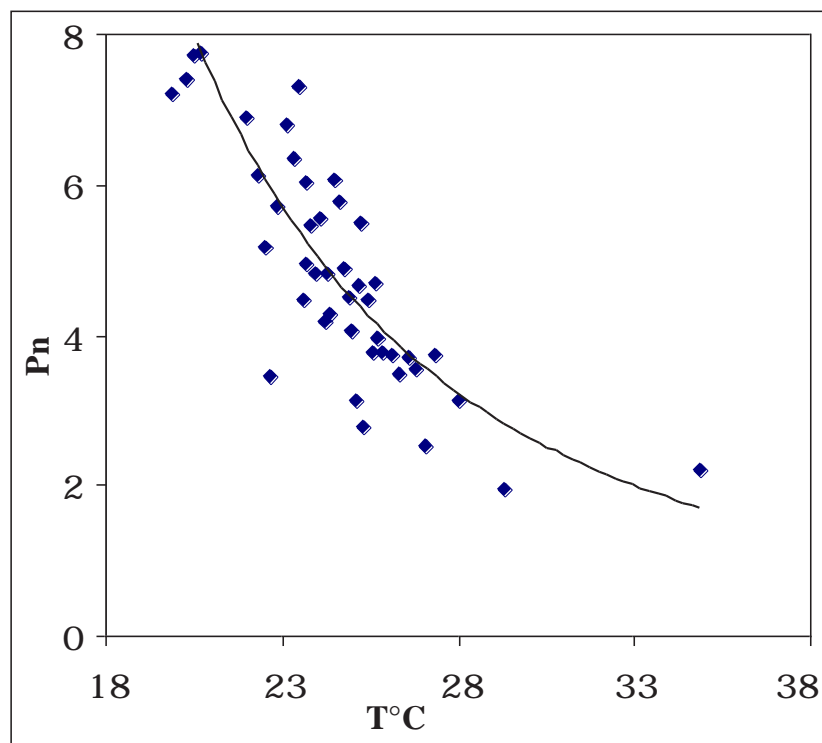


Figura 2: efectos de la temperatura del aire ($T^{\circ}\text{C}$) sobre la fotosíntesis neta de hojas de café (Pn en $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

3.4 Estudios sobre calidad del café.

Durante cuatro años se han hecho estudios sobre el efecto de la sombra en la productividad y calidad del café. Se realizaron un poco más de 500 análisis sobre el tamaño del grano, composición bioquímica y calidad de taza.

Se encontró que la sombra incide significativamente en la maduración del fruto. La pulpa de las cerezas madura mucho más rápido en condiciones micro climáticas calurosas que produce la radiación solar en cultivos a plena exposición. En situaciones sub. óptimas ($< 800 \text{ msnm}$, temperatura media diaria $> 25^{\circ} \text{C}$), la sombra puede prolongar el período de maduración de las cerezas, hasta seis semanas. En situaciones óptimas ($> 1000 \text{ msnm}$, temperatura media diaria $< 22^{\circ} \text{C}$), la sombra prolonga el período de maduración de las cerezas en 3-4 semanas. En ambos casos, se

traduce en un mejor llenado, mayor tamaño de grano y una mejora en la composición bioquímica y calidad de taza. La bebida de cafés cultivados al sol es más amarga y astringente que los cultivados bajo sombra. Además, es mayor la acidez y preferencia de los cafés producidos bajo sombra, en comparación a los provenientes de plena exposición solar (cuadro 1).

Los resultados de CASCA demuestran que bajo situaciones óptimas de cultivo, la alta carga de fructificación y por lo tanto alta producción de los cafetos, incrementa la competencia entre las cerezas por carbohidratos y nutrimentos lo cual reduce el tamaño, la composición bioquímica y la calidad, particularmente en las últimas cosechas de café. Se realizan trabajos adicionales en 2005 para evaluar los efectos del manejo de fincas, particularmente de la sombra, y la productividad de la plantación en la calidad del café, en un rango de altitudes de 600 a 1400 msnm. Se han presentado tres artículos en revistas científicas y cuatro artículos en congresos internacionales (IWorld Agroforestry Congress. Orlando, Florida 2004. ASIC Congress, Bangalore, India 2004) que

documentan las respuestas fisiológicas del cafeto a las condiciones microclimáticas y los efectos benéficos de los árboles de sombra en la fisiología y calidad del café.

Cuadro 1: Comparación de la calidad de tasa bajo sombra y sol en condiciones optimas y bajo sombra (*Eucalyptus deglupta* o *Terminalia ivorensis*) y sol en condiciones suboptimas durante dos años consecutivos.

	Acidez*		Amargo		Astringencia		Preferencia**	
Condiciones Optimas								
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Sombra	2.27	2.45	2.65	2.65	1.68	0.35	2.57	2.80
Sol	1.67	2.21	2.95	2.88	1.86	0.41	2.29	2.58
Prob.	0.001	0.04	0.002	0.01	0.02	ns***	0.01	0.02
Condiciones Suboptimas								
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Eucalyptus	2.27	2.45	1.65	1.65	0.68	0.35	2.70	2.80
Terminalia	2.13	2.41	1.75	1.73	0.70	0.36	2.90	2.78
Sol	1.67	2.21	1.95	1.88	0.86	0.51	2.19	2.28
Prob.	0.001	0.05	0.01	0.01	0.05	0.05	0.01	0.01

Notas promedias de 10 catadores con 3 cataciones.

*notas de acidez, amargo, astringencia y cuerpo basadas en una escala de 0-5.

** preferencia basada en una escala de 0-4.

***no significativo ($P > 0.05$).

Ciclo del nitrógeno: fijación, lavado, aprovechamiento y emisiones.

El nitrógeno (N) es el elemento más limitante en la productividad del café y grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados ($> 200 \text{ kg ha}^{-1}$ por año) son aplicados al cultivo intensivo del café. Durante los últimos cuatro años hemos reunido datos sobre la fijación y mineralización de N en el suelo, así como sobre la acumulación de N en las plantas de café, en los árboles de sombra, en el perfil del suelo y sobre las pérdidas de N vía lixiviación o lavado y emisión gaseosa como óxido nitroso, dependiendo de las cantidades de fertilización nitrogenada, la distribución de raíces y la poda de árboles de sombra, en cuatro sistemas agroforestales de Costa Rica y Nicaragua. También se realiza un experimento detallado sobre flujo de nitrógeno, marcado con N^{15} , en la estación experimental

de CICAFFE en Costa Rica.

Las especies leguminosas de sombra mejoran la disponibilidad de N para las plantas de café, a través de la fijación y reciclaje de N, en tanto que las especies maderables no leguminosas pueden competir por N con los cafetos. Las mediciones mostraron alto grado de mineralización de N en suelos bajo leguminosas de sombra, en comparación con suelos bajo árboles maderables no leguminosas o en plantaciones al pleno sol. Comparado con cafetos a plena exposición solar, un árbol maderable de *Eucalyptus deglupta* de siete años de edad, no afectó la mineralización de N *in situ* pero su utilización de N en la estación seca reduce la disponibilidad de este elemento para los cafetos.

La cantidad de N fijado por los árboles leguminosos de sombra se incrementó fuertemente (de 15 a 85 % de N foliar derivado de la atmósfera) con la reducción de la fertilización nitrogenada (de

a 0 kg N/ha). En años de alta producción, se registra una acumulación constante en la planta de café, durante todo el período lluvioso de ocho meses. Al contrario, en años de baja producción, más de 50 % de acumulación de N en los cafetos ocurre durante los tres primeros meses de la estación lluviosa. Esto señala la importancia de concentrar la fertilización nitrogenada durante este período; y sobre todo, reducir el aporte de fertilizantes durante la segunda parte de la estación lluviosa.

Con la incorporación anual de 150 kg de N, igualmente espaciada en tres aplicaciones, las concentraciones de nitrógeno en forma de NO_3^- en el agua lixiviada, a 1.2 m de profundidad en el suelo, excede el límite de 10 mg por litro considerado peligroso para la salud humana. Resulta entonces que mayores aplicaciones de fertilizante nitrogenado inducen serios riesgos en la calidad de las aguas subterráneas, especialmente cuando no ocurre adsorción aniónica en el suelo. Los resultados muestran que en la región sur de Costa Rica las propiedades de adsorción en las capas profundas de los suelos (Ultisoles) mitigan y atrasan la lixiviación de nitratos. También demuestran que la introducción de árboles de sombra incrementa la biomasa total y la demanda evaporativa del sistema, lo que a su vez reduce la lixiviación de N y la contaminación del agua subterránea.

Las aplicaciones de nitrógeno incrementan las emisiones de N_2O , un gas con alto efecto invernadero. Los resultados de la investigación indican que las emisiones de N_2O son mayores en cafetales al pleno sol que en sistemas bajo sombra, durante la estación lluviosa después de la fertilización con nitrógeno. Se encuentra en desarrollo la elaboración de un modelo del ciclo del nitrógeno con la finalidad de predecir las épocas óptimas de aplicaciones de nitrógeno en función de la demanda de cafetos, las pérdidas y acumulación de N en los sistemas cafetaleros y para llevar a cabo evaluaciones ambientales, especialmente sobre la contaminación de nitratos en el agua subterránea a nivel de cuencas. (se efectuó presentación oral en el World Agroforestry Congress. Orlando, Florida 2004).

3.6 Secuestro de carbono.

En el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, también conocido como Protocolo de Kyoto (efectivo a partir de febrero 2005), la captura o secuestro de carbono (C) es uno de los servicios ambientales (ad

emás del agua y biodiversidad) que podría ser compensado financieramente cuando los caficultores cambian de un sistema de cultivo intensivo al sol a uno bajo sombra.

Durante los últimos cuatro años en el proyecto CASCA se han hecho numerosas mediciones, tanto en ensayos experimentales como en fincas, sobre biomasa, volumen de madera comercial y cantidad de carbono secuestrado en los árboles de café, las especies de árboles maderables y leguminosas de sombra, y en el suelo.

Se ha estimado que para los cafetos el secuestro de carbono aéreo está en el rango de 4 a 10 t C/ha. Las estimaciones en los árboles de sombra son muy variables, dependiendo de las densidades de siembra, edad y las especies; y del uso previo de la tierra, tal como fue observado en los estudios en fincas. Para *Cordia alliodora* por ejemplo, la media de secuestro de C aéreo es de 39 +/- 27 t C/ha, a una densidad media de 184 árboles por ha y 13 años de edad. Para *Terminalia amazonia*, este valor medio se estima en 32 +/- 16 t C a una densidad media de 373 árboles/ha y edad media de ocho años; para *Eucalyptus deglupta* el valor medio es 14 +/- 10 t C/ha a densidad media de 78 árboles/ha y edad media de ocho años.

En la zona cafetalera de bajo del sur de Costa Rica, una plantación de café de 14 años de edad, sombreada con árboles de *Eucalyptus deglupta* de siete años, incrementó el secuestro de C en la biomasa aérea, en 17 t/ha en comparación a un sistema a pleno sol. Este valor incluye carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles y el incremento de C en las capas de hojarasca que se acumula en el piso del sistema (de 1.22 t C/ha en café a pleno sol, a 4.23 t C/ha bajo *E. deglupta*). (foto 4). El secuestro de carbono en la biomasa aérea de los cafetos y los árboles de sombra no es la totalidad a considerar en un sistema cafetalero. El carbono acumulado en el suelo puede llegar a totalizar 220 t C/ha. Los sistemas agroforestales con café pueden incrementar grandemente el contenido de materia orgánica de los horizontes superiores del suelo y con ello contribuir con 5 - 15 t C/ha y además proveer una acumulación adicional en la capa de hojarasca, de 3 -5 t C/ha.

En el proyecto CASCA se ha elaborado una base de datos sobre secuestro de carbono de varios sistemas agroforestales con café de Centroamérica y un modelo para predecir el secuestro de C a escala de parcela.



Foto 4: café arábica bajo árboles de *Eucalyptus deglupta* (Jean-Michel Harmand)

III. Regionalización y recomendaciones

A través de los resultados de los estudios socio-económicos y biofísicos obtenidos por los investigadores y estudiantes graduados, en el proyecto CASCA durante el período de cuatro años, los propósitos finales del mismo son:

- 1 Predecir, mediante los modelos, el impacto de diferentes escenarios de manejo sobre la viabilidad económica de fincas.
- 2 Extrapolar las predicciones socio-económicas a nivel de finca, a la escala regional, utilizando información censal sobre población y agricultura.
- 3 Extrapolar predicciones biofísicas sobre rendimiento e impacto ambiental, de nivel de parcela a nivel de cuenca, utilizando información de bases de datos geográficas (suelo y clima).

Finalmente, CASCA formulará lineamientos para la selección y manejo de especies arbóreas de sombra para promover las prácticas agroforestales, apropiadas a diversos contextos ecológicos y socioeconómicos de la región Centroamericana. Se presentarán propuestas sobre las acciones adicionales necesarias para monitorear los impactos ambientales y económicos de las prácticas agroforestales a nivel de finca y de cuenca, a través de proyectos piloto que puedan implementarse con plena participación de productores de café.

También se harán recomendaciones de políticas a gobiernos y

organismos internacionales, organismos no gubernamentales y al sector privado cafetalero a fin de llevar a cabo acciones institucionales y otras orientadas a la promoción de la producción amigable con el medio ambiente y la biodiversidad.

IV. Diseminación de resultados.

Un total de 23 artículos, dos capítulos de libro y 22 tesis de grado (21 maestrías y un doctorado) fueron publicados durante los tres primeros años del proyecto CASCA. También han habido presentaciones orales sobre los resultados y los beneficios del manejo agroforestal en café, en varios talleres ante más de 1500 caficultores, en Congresos Cafetaleros Nacionales en Nicaragua, Costa Rica y Guatemala. Desde junio 2003 se presentan los resultados principales del proyecto en el sitio de internet: <http://www.casca-project.com>.

RESUMENES / NOTAS TÉCNICAS

Avances de resultados del proyecto “ Breeding tools for Durable Resistance to Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne spp.*) of Coffee varieties in Latin America “ , con el auspicio de International Cooperation with Developing Countries, de la Unión Europea. En el proyecto participan el IRD y CIRAD de Francia, CATIE, EMBRAPA y el Insituto Agronómico de Campinas de Brasil, la Universidad de Trieste, el CIFC de Portugal y el IICA/Promecafé.

Algunos de los estudios del proyecto han sido enfocados a los mecanismos de resistencia al nematodo *Meloidogyne exigua* que presentan ciertos cultivares de *C. arabica* con genes transferidos de *C. canephora* del híbrido de Timor. Con ello ha sido posible identificar una región cromosómica de un solo gene, que gobierna la resistencia a estos parásitos de las raíces del café, la cual se ha denominado Mex-1 locus. También se han conducido otros trabajos para el desarrollo de marcadores moleculares que auxilien en la búsqueda de otras secuencias de genes análogos de resistencia basada en mapeo de genes, en la manipulación con cromosomas artificiales para inducir resistencia y en la selección precoz (en viveros) de plántulas resistentes a este género de nematodos. A continuación presentamos el resumen en idioma inglés de uno de dichos trabajos.

“Identification of a major gene (Mex-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in *Coffea Arabica*.¹

S. Noir², F. Anthony²

B. Bertrand³, M. -C. Combes²,

P. Lashermes⁴

Among most damaging root-knot nematodes species, *Meloidogyne exigua* is especially common in Latin America and constitutes a major agronomic constraint in all major coffee-growing (*Coffea Arabica*) areas. Growing nematode-resistant coffee represents the most promising option for control of the pest. The present study aimed to determine the mode of inheritance of the *M. exigua* resistance transferred into *C. arabica* from related species, *Coffea canephora*, and to identify associated molecular markers. Segregation data

analysis of F₂ progeny derived from a cross between the resistant introgression line T5296 and the susceptible accession Et6 showed that the resistance to *M. exigua* is controlled by a simple inherited major gene (designated the Mex-1 locus). The gall index distribution exhibited by the F₂ individuals suggested incomplete dominant expression. Fourteen AFLP markers were found associated with the resistance to *M. exigua* and a localized genetic map of the chromosome segment carrying Mex-1 was constructed. Furthermore, the association of the identified AFLP markers with the Mex-1 was confirmed by analysis of a set of genotypes involving 28 introgression Arabica lines either resistant or susceptible to *M. exigua* in field conditions. These results represent an important starting point to enhance backcross breeding programmes and to perform an early selection of resistant seedlings.”

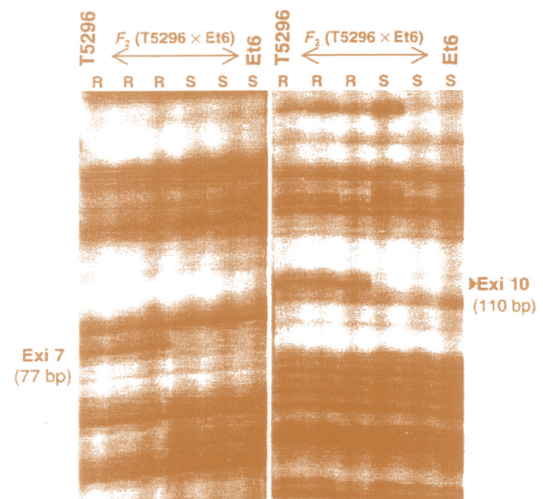


Figure 2 Example of AFLP markers (Exi-7 and Exi-10) found to be linked with resistance in coffee to *Meloidogyne exigua* based on analysis of F₂ (T5296 × Et6) individuals.

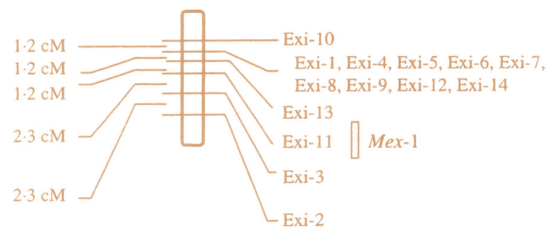


Figure 3 Genetic map of the chromosome region containing the Mex-1 gene in coffee for resistance to *Meloidogyne exigua* based on the F₂ (T5296 × Et6) population.

1 Publicado en Plant Pathology (2003)52, 97-103

2 IRD Gene Trop, Montpellier, France.

3 Ex-CIRAD/Promecafé, actualmente en CIRAD, Montpellier,

4 IRD, Montpellier, France. Philippe.Lashermes@mpl.ird.fr



MOHOS Y OCRATOXINAS EN CAFE¹

Francisco Anzueto ²

La presencia de mohos en diversos granos es ampliamente conocida por los agricultores, quienes realizan diferentes prácticas con el objetivo de minimizar, o evitar su desarrollo. En el café, los mohos afectan tanto la calidad física, como la de bebida del producto, con el consecuente castigo en el precio de venta. Por esta razón se busca realizar procesos eficientes de beneficiado húmedo y seco, manejo general y en el almacenamiento.

Recientemente los países importadores de café han agregado a los criterios de calidad, el de la inocuidad (“food safety”), relacionada principalmente con la Ocratoxina-A (OTA), que es un exudado producido por los mohos, y que también puede encontrarse en cereales, frutas secas, vino, cerveza, jugo de frutas, cacao y especias. Comparativamente el café sería un contribuyente menor dentro de la dieta diaria de los consumidores.

Nuestros procesos de beneficiado húmedo, brindan mucho cuidado para preservar la calidad física y de bebida del café, evitándose entre otros defectos, la formación de mohos. Tomando como un principio, que si no hay formación de mohos, no puede generarse la ocratoxina, entonces la realización de buenas prácticas agrícolas, y buenas prácticas de proceso, constituirán la mejor vía para garantizar un café de buena calidad en el sentido más amplio del término. Este es el mensaje que han recibido las autoridades europeas, de parte de la Industria Europea del Café, la FAO y la Organización Internacional del Café (OIC), instituciones que desarrollan actualmente un amplio programa de investigaciones sobre el café y la ocratoxina, incluyendo estudios fundamentales y aplicados; y la formulación de recomendaciones y su divulgación.

Varios países europeos aplican límites de tolerancia de ocratoxina con regulaciones nacionales, próximas a 5 partes por billón (ppb) para café oro, a la espera de establecer una normativa unificada. La Comisión Europea plantea la armonización de límites de ocratoxina en 5 ppb en café tostado y 10 ppb en café soluble, que fueron discutidos en la reunión de septiembre de 2004, y asimismo, límites aún no predefinidos para café oro, a revisarse en junio de 2006. Por su parte Alemania fijó de manera unilateral, límites nacionales de Ocratoxina de 3 ppb en café tostado, y 6 ppb en café soluble.

El programa de OIC/FAO y de la Industria Europea del Café, se orienta hacia la prevención de los mohos durante el proceso, almacenamiento y transporte, que bajo un enfoque práctico y lógico, constituye la ruta privilegiada para brindarle al consumidor un producto que integraría: calidad física (aspecto), organoléptica (taza) y sanitaria (inocuidad).

En opinión de algunos expertos, el criterio de no fijar límites de ocratoxina es técnicamente correcto, pero la realidad política de las autoridades de salud europeas, muy probablemente los llevará al establecimiento de límites claros, que puedan dar garantía a los productos que ingresen al mercado; y sobre todo, al consumidor europeo. Esta situación se ha observado recientemente en Japón, donde están aplicando rigurosos controles al café, no solo para ocratoxina, sino también para residuos de diversos agroquímicos.

La inocuidad de los alimentos (“food safety”), es un tercer elemento que ya se integra a los otros parámetros de calidad reconocidos, como los de calidad física y los de calidad de bebida; y ciertamente ..., la inocuidad llegó para quedarse.

¹ Palabras del autor en la inauguración del Seminario de Calidad e Inocuidad del Café, en el Comercio Internacional. ANACAFÉ, FAO, PROMECAFE. Ciudad de Guatemala, 8 de noviembre, 2004.

² Ph. D. Director del Departamento de Desarrollo y Ambiente, ANACAFÉ, Guatemala

EVALUACIÓN DE TASAS DE SIEMBRA DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS DE CAFÉ (*Coffea arabica*) UTILIZANDO TRES TAMAÑOS DE RECIPIENTE PARA DESARROLLAR SUSPENSIONES CELULARES.

Ana Maricela Mejía Villacorta *

Como una medida para obtener plantas de café (*Coffea arabica*) con características especiales, se ha empleado la técnica de reproducción asexual utilizando trozos de hojas. En ese contexto, se generaron callos embriogénicos obtenidos de fragmentos de hojas de plantas seleccionados de un ensayo sobre Híbridos F1 de cruces de variedad X silvestres de Etiopía y Sudán (Promecafé), que se validan en El Salvador.

Los medios utilizados fueron de tipo MS Basal, suplementado con 2,4-D (1 mg/l) para la etapa de las suspensiones, y con BAP (Benzilaminopurina, 4 mg/l) y Adenina (40 mg/l) solidificado con 2.0 g/l de Phytigel para la regeneración de los embriones. Las suspensiones embriogénicas fueron multiplicadas en un medio de cultivo líquido utilizando un agitador a 110 revoluciones por minuto, con luz indirecta durante periodos de un mes realizando cambios

de medio cada dos semanas y diferentes cantidades de callos en Erlenmeyer graduados de diferentes tamaños.

Las pruebas de germinación se desarrollaron con el fin de determinar la viabilidad de las células embriogénicas después de ser sometidas a la multiplicación por suspensiones celulares. Se utilizó un diseño

Completamente al Azar con un arreglo factorial de 3x3 tratamientos con tres repeticiones.

Para iniciar las suspensiones celulares, se evidenció que utilizar el recipiente de 125 ml con una tasa de siembra de 0.5 g por litro fue la más apropiada.

La interacción significativa entre el tamaño del recipiente y la cantidad de callo embriogénico, para continuar el desarrollo de suspensiones celulares en la segunda etapa reveló un mayor crecimiento cuando se utilizó el recipiente de 125 ml con una tasa de siembra de 1.5 g por litro.

En la tercera etapa de desarrollo de callo embriogénico se observó un mayor crecimiento cuando se utiliza el recipiente de 250 ml, independientemente de la tasa de siembra. En todo caso, volúmenes reducidos de 50 ml no favorecieron el desarrollo y germinación de embriones somáticos.

* Bióloga, Fundación PROCAFE, Nueva San Salvador, El Salvador ammejia@procafe.com.sv

