

FORMULARIO PREPARACIÓN DE PROPUESTAS FINALES CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2008

INFORMACIÓN BÁSICA DEL CONSORCIO PARTICIPANTE

A. Título de la propuesta

Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático

B. **Organismo ejecutor líder:** Nombre completo, siglas e información de contacto de la organización responsable de la ejecución del Proyecto con quien se firmaría el Convenio. Indicar el nombre de la persona que firmaría el Convenio.

Organización: **Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC)**
Nombre y cargo: Gabriel Silva, CEO
Dirección: Calle 73 No. 8-13, Bogotá, Colombia
País: Colombia
Tel.: (57) 1-313-6625/ Fax: (57) 1-217-7613
Email: Gabriel.Silva@cafedecolombia.com

C. **Investigadores líder:** Nombre e información de contacto de los investigadores líder del Proyecto a los que se dirigirían las comunicaciones oficiales sobre la ejecución del Proyecto.

Investigador líder del Consorcio
(Ejecutor principal)

Nombre: Gabriel Cadena, PhD
Cargo: Director
Organización: **Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE**
Dirección: Chinchiná, Caldas
País: Colombia
Tel.: (57) 6850-6631
Fax: (57) 6850-4723
Email: Gabriel.Cadena@cafedecolombia.com

D. **Administrador del Proyecto:** Nombre e información de contacto de la persona que se encargaría de la administración financiera del Proyecto.

Nombre: Gabriel Cadena, PhD, Director
Organización: **Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE**
Dirección: Chinchiná, Caldas
País Colombia
Tel.: (57) 6850-6631/ Fax: (57) 6850-4723
Email: Gabriel.Cadena@cafedecolombia.com

E. **Integrantes del Consorcio (Organismos co-ejecutores y asociados):** Nombre (es) completo (s) e información de contacto de la (s) organización (es) o entidad (es) colaboradoras y asociadas en la ejecución del Proyecto y nombres de los investigadores principales involucrados en el proyecto.

Organización: ***Programa Cooperativo Regional para el desarrollo tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centro América, Panamá, República Dominicana y Jamaica (PROMECAFE)***

Persona de contacto: Guillermo Canet Brenes

Posición o título: Secretario Ejecutivo, Promecafé/IICA

Dirección: Apartado Postal 1815 Guatemala

País: Guatemala

Tel.: 502-2386-5907/Fax: 502-2471-3124

Email: guillermo.canet@iica.org.gt

PROMECAFE (IICA) asocia 7 países productores de café en Centro América y el Caribe (http://www.iica.org.gt/promecafe/socios_actualesb.htm) de los cuales 4 son miembros de FONTAGRO: Costa Rica, Honduras, Panamá, y República Dominicana.

Organización: ***Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE)***

Persona de contacto: Ronald Peters Seevers, Director Ejecutivo

Dirección: ICAFE, Apartado 37, 1000 San José, Costa Rica

Tel: 506-243-7810 or -7812/ Fax 506-222-2838

País: Costa Rica

Email: rpeters@icafe.go.cr

Organización: ***Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)***

Persona de contacto: Ing. Mario Ordoñez

Posición o título: Gerente Técnico

Dirección: Edificio el Faro No. 734-A Colina las Minitas, Tegucigalpa, Honduras

País: Honduras

Tel.: 504-232-2851/Fax: 504-232-2768

Email: mordonez@ihcafehn.org

Organización: ***Ministerio de Desarrollo Agropecuario- MIDA***

Persona de contacto: Licenciado Jorge Alemán

Posición o título: Director de Cooperación Internacional

Dirección: Altos de curundú, calle Manuel E. Melo, Edificio 576 Ciudad de Panamá

País: Panamá

Tel.: 507-207-0707/207-0606/Fax: 507-232-5044/232-5715

Email: jaleman@mida.gob.pa

Organización: ***Consejo Dominicano del Café- CODOCAFE***

Persona de contacto: Licenciado Richard Peralta

Posición o título: SubDirector

Dirección: Calle Rafael Damirón esquina Avenida Comandante Jiménez Moya, Centro dos Héroes, Santo Domingo, República Dominicana

País: República Dominicana

Tel.: 809-535-0226/Fax: 809-532-7757/534-9012

Email: rpdecamps@gmail.com

Promecafé tiene un Convenio de cooperación con el ***InterAmerican Institute for Cooperation in Agriculture (IICA)***, que asocia además de los 4 países mencionados, otros 6 países cafeteros miembros de FONTAGRO que participarían en esta propuesta:
Colombia, Ecuador, Nicaragua, Perú, Paraguay y Venezuela

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Persona de contacto: Andreas W. Ebert, PhD, Coordinador Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología

Dirección: Apartado Postal 01-7170, CATIE, Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica.

País: Costa Rica

Tel.: 506-2558-2401/Fax: 506-2558-2059

Email: aweibert@catie.ac.cr

Organización: **INTERNATIONAL COFFEE GENOMICS NETWORK (ICGN)**
Persona contacto: Philippe Lashermes, PhD, Chair Steering Committee ICGN
Dirección: Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Resistence des plantes aux Bio-agresseurs Unit, BP 64501, F-34394, Montpellier Cedex 5, France
País: France
Tel. directo: 33 4 67 41 61 85/Fax: 33 4 67 41 61 81
Email: Philippe.Lashermes@mpl.ird.fr

Organización: **INTERNATIONAL CENTER FOR TROPICAL AGRICULTURE (CIAT)/
Center of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)**
Persona contacto: Joe Tohme, PhD, Leader Agrodiversity and Biotechnology Project
Dirección: AA 6713 Cali, Colombia
País: Colombia
Tel.: 57 2 445 0000 Ext. 3352/Fax: 57 2 445 0073
Email: j.tohme@cgiar.org

Organización: **INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (IRD)**
Persona contacto: Philippe Lashermes, PhD, Director of Research
Dirección: Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Resistence des plantes aux Bio-agresseurs Unit, BP 64501, F-34394, Montpellier Cedex 5, France
País: France
Tel. directo: 33 4 67 41 61 85/Fax: 33 4 67 41 61 81
Email: Philippe.Lashermes@mpl.ird.fr

Organización: **CORNELL UNIVERSITY**
Persona de contacto: Marcela Yepes, PhD / Herb Aldwinckle, PhD
Coordinadores con el Dr. Gabriel Cadena del Colombian Coffee Genomics Initiative funded by the Colombian Ministry of Agriculture
Dirección: 630 W N Street, Department of Plant Pathology and Plant Microbe Biology, Cornell University, Geneva, NY 14456
País: USA
Tel.: 315-789-4165/315-787-2369/ Fax: 315-787-2389
Email: my11@cornell.edu / hsa1@cornell.edu

Organización: **ARIZONA GENOMICS INSTITUTE (AGI), UNIVERSITY OF ARIZONA**
Persona de contacto: Rod Wing, PhD, Director AGI
Dirección: 303 Forbes Building, Tucson, Arizona 85721-0036
País: USA
Tel.: 520-626-9595/ Fax: 520-621-1259
Email: rwing@ag.arizona.edu

Organización: **CENTER FOR BIOINFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY (CBCB), UNIVERSITY OF MARYLAND**
Persona de contacto: Steven Salzberg, PhD, Director CBCB
Dirección: 3125 Biomolecular Sciences Building No. 296, University of Maryland, College Park, Maryland 20742
País: USA
Tel.: 301-405-9611/ Fax: 301-314-1341
Email: salzberg@umd.edu

I. RESUMEN EJECUTIVO

El cultivo del café es de importancia estratégica para la estabilidad económica, social y política de la mayoría de los países miembros del FONTAGRO (10 de los 15 países miembros) debido a que es uno de los principales productos agrícolas de exportación y generación de divisas de la zona. América Latina (a través de la producción combinada de Brasil, Colombia, México, Perú y Central América (Guatemala, Honduras, Costa Rica, Salvador y otros) es el principal productor en el mundo de *Coffea arabica*. Esta especie es altamente apreciada en el mercado mundial por su mejor calidad y representa 70% del Mercado. Después de Brasil, Colombia es el segundo productor mundial de *C. arabica* (12.4 millones de sacos de 60 kg). Otros países productores en América Latina en orden de producción son México (4.5 millones de sacos de 60 kg), Guatemala (4.0), Honduras (3.83), Perú (3.19), Costa Rica (1.88), Nicaragua (1.75) y Salvador (1.47); y en menor escala Ecuador (0.95), Venezuela (0.87), República Dominicana (0.50), Paraguay (0.35) y Panamá (0.15) (<http://www.ico.org>).

A pesar de la gran importancia a nivel económico y social para más de 60 países en desarrollo del mundo, el café ha recibido muy poco apoyo internacional para estudios moleculares genéticos y genómicos. Dadas las condiciones específicas de temperatura, humedad y suelos que requiere el café, se anticipa que el cambio climático afectaría negativamente la producción a nivel mundial particularmente en América Latina. El cultivo del café está localizado entre las latitudes 25° N y 25° S y requiere condiciones ambientales muy específicas (temperatura, lluvias, luminosidad, suelos, etc.) para su producción comercial. Avances significativos en el estudio del genoma del café y su biología deberán lograrse en los próximos años para incrementar calidad, productividad y proteger el cultivo de daños causados por insectos, enfermedades y estrés abiótico asociado a cambios climáticos (e.g. variabilidad en la temperatura ambiente, precipitación, sequías, salinidad, etc.).

El proyecto propuesto: “*Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático*” contribuirá a través de un mejor conocimiento del genoma del café al desarrollo de variedades resistentes y mejor adaptadas a cambios climáticos y a una mayor utilización y preservación del germoplasma del género *Coffea*. Este proyecto se desarrollará mediante un Consorcio de Investigación liderado por Colombia a través de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) y la Universidad de Cornell con la participación de 10 países miembros de FONTAGRO: Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, y Venezuela. Esta alianza nos permitirá tener un mayor impacto a nivel de cooperación regional hemisférica para promover tecnologías genómicas innovadoras que garanticen la sostenibilidad futura de la caficultura Latinoamericana. CATIE participará en el proyecto por su interés en caracterización, preservación y utilización de una de las colecciones internacionales *ex situ* de germoplasma de *Coffea* más grandes del mundo y su participación facilitará exploración de germoplasma de *Coffea* para estudios de adaptabilidad a cambio climático. El seguimiento científico del proyecto será hecho por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Dado el incremento en el consumo del café en los últimos años, las innovaciones tecnológicas basadas en un mayor conocimiento del genoma del café serán esenciales en el contexto de cambios climáticos para poder cumplir las exigencias de los consumidores. El uso de tecnología genómica de avanzada para el desarrollo de variedades resistentes de mayor calidad y productividad permitirá responder al desafío del Mercado mundial que consume alrededor de 120 millones de sacos por año y registra un crecimiento de casi el 2% anual. Además tecnologías genómicas de avanzada permitirán promover el consumo de café de calidad para garantizar la sostenibilidad futura de la industria.

Nuestro objetivo es acelerar el conocimiento del genoma del café y la exploración y utilización de germoplasma, mediante: 1) la construcción del mapa físico del café basado en las dos especies diploides que originaron la especie tetraploide (*Coffea arabica*): *C. eugenioides* y *C. canephora*; 2) el uso de las nuevas tecnologías de secuenciación para dilucidar los genes que están presentes en el genoma del café. Este conocimiento nos permitirá localizar los genes de importancia

económica en la producción de café y su posterior manipulación en los programas de selección de nuevas variedades. Las variedades mejoradas son la alternativa más económica y la tecnología de más fácil transferencia para manejar problemas de enfermedades y plagas, así como aspectos de calidad tales como tamaño de grano y características organolépticas. Por ser un cultivo perenne, el mejoramiento de variedades de café es un proceso muy lento, que además requiere de extensos lotes experimentales y mediciones durante varias cosechas. La genómica, permite la identificación y localización de genes de importancia y su caracterización rápida en progenies de interés y es por lo tanto una herramienta esencial para asistir al mejoramiento genético del café y de otros cultivos perennes.

En la actualidad los caficultores no cuentan con variedades resistentes al ataque de plagas y enfermedades cuya incidencia aumentaría en el caso del cambio climático y eso con llevaría al empleo excesivo del control químico con sus impactos ambientales. En consecuencia, es crítico para la sostenibilidad futura de la producción de café generar soluciones que incluyan el desarrollo y utilización de herramientas novedosas de genómica y tecnología de avanzada ya que los métodos tradicionales no han sido eficaces por ser costosos, lentos y no efectivos. Los beneficios directos serán el desarrollo de herramientas genómicas que permitan acelerar la producción de variedades con resistencia a insectos y enfermedades y explorar a nivel de plasticidad y adaptación la utilización de germoplasma para evitar reducción significativa a nivel de producción y calidad permitiendo la producción sostenible del café.

Duración y Costo del proyecto:

Recursos solicitados a FONTAGRO:	US \$ 500,000 dólares
Monto total estimado del proyecto:	US \$2,000,000 millones de dólares
Contrapartida: (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia/ MinAgricultura)	US \$1,000,000 million de dólares
Período de ejecución del proyecto:	5 años.

II. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El café representa todavía uno de los capitales sociales y estratégicos más importantes para varios países Latinoamericanos a pesar de la diversificación de productos de exportación en las últimas décadas. El comercio internacional del café ocupa el segundo lugar en importancia después del petróleo en el mercadeo mundial de “commodities” (productos generadores de divisas) con un valor estimado de más de \$70 billones de dólares (producción mundial 120 millones de sacos de 60 kg en el 2007). El café es cultivado por más de 60 países (la mayoría países en desarrollo) en zonas tropicales de Africa, Centro y Sur América, y Asia. En el mundo hay más de 10 millones de hectáreas cultivadas en café y más de 120 millones de personas dependientes del cultivo (<http://www.ico.org>).

La especie tetraploide *Coffea arabica* (cultivada entre los 1000 y 2000 metros de altura sobre el nivel del mar) y la especie diploide *C. canephora* (conocida como robusta, cultivada por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar) son las únicas dos especies del género *Coffea* que se producen comercialmente y representan respectivamente 70 y 30% del mercado internacional. *C. arabica* es cultivada principalmente en LatinAmérica y es apreciada en el mercado internacional por su calidad superior de taza. *C. canephora* es cultivada tanto en Africa como en Asia. Brasil es el primer productor de café del mundo y produce tanto *C. arabica* como *C. canephora* con una producción combinada de 33.7 millones de sacos de 60 Kg. Colombia es el segundo productor del mundo de *C. arabica* (12.4 millones de sacos de 60 kg) y Vietnam es el primer productor del mundo de *C. canephora* (15.9 millones de sacos de 60 Kg) (<http://www.ico.org>).

El género *Coffea* pertenece a la familia Rubiaceae de las Angiospermas (plantas que producen flores) con más de 600 géneros y 13.500 species (Clifford and Wilson, 1985). El género *Coffea* incluye más de 100 especies diploides excepto por *Coffea arabica* la única especie tetraploide del género (Engelmann et al. 2007). *C. arabica* se originó hace aproximadamente 10.000 años de la fusión de dos especies diploides ancestrales *C. canephora* y *C. eugenioides* (Lashermes et al.

1999). *C. canephora* está distribuída largamente en los bósquedos tropicales bajos de Africa occidental y central, mientras *C. eugenioides*, está más adaptada a las regiones más secas y frías, y se encuentra en las regiones altas de montaña en Africa cercana a la zona donde se originó *C. arabica*.

La especie *C. arabica* se originó en las montañas de Etiopia (probablemente en la provincia de Kaffa), el sureste de Sudán, y la parte norte de Kenia. Del noreste del Africa, el café se difundió a la Península Arábiga donde en el siglo XV se registró por primera vez su consumo como bebida y continuó su dispersión en el siglo XVI a Turquía, Siria y Egipto donde aparecieron las primeras “coffee houses” (salones de café), lugares de reunión similares a las tabernas. Los salones de café fueron introducidos en Europa y en América en el siglo XVII donde se hizo popular el consumo del café.

Los holandeses llevaron el café de la Península Arábiga (desde el Puerto de Mocka en Yemen) a la India y a la Isla de Java (Indonesia) a fines del siglo XVII. En poco tiempo las colonias holandesas en India e Indonesia se convirtieron en las exportadoras de café para Europa. A comienzos del siglo XVIII, los holandeses introdujeron plantas de café de Java al Jardín Botánico de Amsterdam de donde algunas plantas fueron enviadas a Francia. A comienzos del siglo XVIII, los franceses trajeron plantas de café a su colonia en Martinica de donde el cultivo se difundió a otras islas del Caribe. Los holandeses introdujeron el café en su colonia en Surinam de donde se expandió el cultivo a la Guayana francesa y a Brasil. Se cree que los jesuítas introdujeron el café a Colombia donde comenzó a cultivarse inicialmente en Santander en 1723 y sólo a comienzos del siglo XX la producción se extendió a Antioquia y el Viejo Caldas.

Problemática

C. arabica ($2n=4x=44$) es la única especie tetraploide del género *Coffea* y es la única especie autopolinizadora (autógama) lo cual limita su diversidad desde el punto de vista genético y dificulta su mejoramiento (genetic bottle neck) (Adams and Wendel, 2005; Clifford and Wilson, 1985). Igualmente, la forma como se diseminó el cultivo del café en el mundo a partir de un número limitado de plantas contribuye a su gran homogeneidad genética, que combinada a su susceptibilidad a pestes y enfermedades la hace más vulnerable a efectos del cambio climático. Las especies diploides del género *Coffea* ($2n=2x=22$) son de polinización cruzada (alógamas) lo cual genera gran variabilidad genética y son recurso genético importante de genes de resistencia a enfermedades. Sin embargo, las barreras genéticas para el cruzamiento de la especie tetraploide *C. arabica* y de las especies diploides han dificultado el uso de la gran diversidad genética presente en los diploides en programas de mejoramiento de *C. arabica* (Herrera *et al.* 2004). Igualmente, la poca variabilidad genética en las variedades que son cultivadas de *C. arabica* es una limitante para su adaptabilidad al cambio climático y hace prioritario impulsar estudios de exploración, caracterización y uso de colecciones *in situ* y *ex situ* de germoplasma de *C. arabica* en programas de mejoramiento para una preservación y utilización concertada de la diversidad genética de la especie.

Por ser un cultivo perenne, el mejoramiento de variedades de café es un proceso muy lento, que además requiere de extensos lotes experimentales y mediciones durante varias cosechas. La genómica, a través de un mayor conocimiento del genoma del café, permitirá la identificación y localización de genes de importancia y su caracterización rápida en progenies de interés y será por lo tanto una herramienta esencial para asistir al mejoramiento genético del café. Este punto es aún más importante en el desarrollo de variedades adaptables a efectos de cambio climático.

Cambio climático y desarrollo sostenible

El cambio climático se manifiesta en la variación de la temperatura ambiente, deficit hídrico o precipitación excesiva y otros efectos que afectan directamente la distribución e incidencia de plagas y enfermedades en cultivos de importancia agrícola como el café, afectando también recursos naturales en ecosistemas vulnerables.

El exceso de agua, incremento de temperatura, déficit hídrico, cambio dinámico de suelos y contenido de nitrógeno, son algunos de los efectos del cambio climático que podrían afectar significativamente la producción de café. Un mejor conocimiento del genoma del café es necesario para el desarrollo de variedades de café con mejor adaptación a los efectos del cambio climático. La latitud es un factor modulador del cambio climático y sus efectos pueden ser ligeramente positivos en el rendimiento de cultivos (con el aumento de temperatura) en latitudes medianas y altas, pero se estima que serán perjudiciales en latitudes bajas donde se cultiva el café. La agricultura puede tener efecto negativo sobre el cambio climático a partir de procesos como son: los cambios de uso de la tierra (por ejemplo de bosque a pasturas) y la preparación del suelo que tienden a liberar CO₂ en grandes cantidades o a reducir su tasa de captura al eliminarse la vegetación; el uso intensivo de combustibles e hidrocarburos para la producción agropecuaria; el uso de fertilizantes o pesticidas sintéticos; la aplicación de fertilizantes nitrogenados orgánicos o sintéticos que causan liberación de óxidos de nitrógeno (N₂O); las modificaciones en los componentes de los balances de radiación solar, de energía e hidrológicos debidos a los cambios de cobertura del suelo (e.g. mayor evaporación en suelos descubiertos); etc.

Los efectos del cambio climático sobre las actividades humanas y en especial sobre la agricultura han comenzado a sentirse a nivel global (Rosenzweig *et al.* 2008; Zweirs and Hegerl 2008). En muchas partes del mundo los cultivos ya no se rigen al calendario anual que tenían hace diez o veinte años atrás. Algunos cultivos han empezado a migrar, mientras que otros han comenzado a modificar sus épocas de floración y fructificación (Bradshaw and Holzappel 2008). A mediano plazo será todo el paisaje que se verá modificado.

La pérdida del delicado balance biológico entre las plantas y su entorno va a afectar de manera directa el desarrollo futuro de los cultivos y el caso del café no es la excepción (Kotak *et al.* 2007; Mosquera *et al.* 2005). Como consecuencia de los patrones anormales de lluvias y temperatura se espera un incremento anormal en la incidencia de plagas y enfermedades. Esta proliferación de insectos y hongos patógenos podría afectar seriamente la estabilidad de extensas áreas cultivadas. Es pues urgente el desarrollo de genotipos más resistentes y capaces de adaptarse de una mejor manera a los cambios ambientales que se avecinan.

Si al efecto negativo en la producción de café debido a plagas y patógenos se le añadiera el del cambio climático esto traería como consecuencia que más caficultores tuvieran que o bien desistir del cultivo del café o una gran presión sobre las tierras localizadas a una mayor altitud, lo cual desde el punto de vista ambiental no es conveniente ya que causaría deforestación que afectaría las fuentes hídricas y en general produciría un gran impacto ambiental.

Este proyecto contribuirá con el desarrollo y adaptación de innovaciones tecnológicas de avanzada a fortalecer el conocimiento del genoma del café, y al desarrollo de herramientas genómicas que faciliten la caracterización, preservación y mayor utilización de germoplasma del género *Coffea* para la producción de nuevas variedades que ayuden a incrementar la competitividad y hacer sostenible la caficultura para pequeños productores en el contexto de cambio climático y preservación del medio ambiente.

El café por su gran importancia como generador de divisas para los países productores del hemisferio y por ser generador de trabajo rural, contribuye a aliviar la pobreza y a generar ingresos que reducen la vulnerabilidad alimentaria y mejoran el bienestar de las familias cafeteras. La tecnología de avanzada que proponemos permitirá el desarrollo de opciones amigables al medio ambiente mediante el uso de variedades resistentes que permitan la conservación de recursos naturales.

Este proyecto busca fortalecer los lazos de cooperación a nivel hemisférico entre instituciones de países productores de café cumpliendo así varias de las prioridades del Fondo: 1) Generación de tecnología de avanzada para un cultivo de importancia regional. La construcción del mapa físico del café y la adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para decifrar los genes de importancia en el café se constituirán en un bien público que tendrá gran impacto en los programas de mejoramiento en los países productores. 2) Dado los escasos recursos internacionales que hasta ahora se han invertido para investigación genética y genómica en café, la financiación de este proyecto permitirá adaptar el uso de las nuevas tecnologías de secuenciación a café para optimizar exploración y utilización de germoplasma en programas de

mejoramiento a nivel regional y mundial. 3) El proyecto que se propone permitirá también la creación de una red científica de excelencia en los países productores del hemisferio que dados los escasos recursos nacionales no podrían realizar este tipo de proyecto a nivel individual. 4) Uno de los mayores impactos del proyecto a largo plazo será fortalecer la capacidad científica para desarrollo agropecuario a nivel regional con el uso de tecnologías genómicas de avanzada. 5) Este proyecto ayudará a coordinar a nivel internacional la evaluación de germoplasma de *Coffea* y a aumentar la competitividad del sector agrícola y rural mediante su mayor utilización.

III. MEGADOMINIOS

Nuestra propuesta incluye 3 megadominios definidos por FONTAGRO como áreas geográficas de América Latina y el Caribe que agrupan regiones naturales y zonas agroecológicas que constituyen conjuntos relativamente homogéneos de problemas u oportunidades. Los 3 megadominios son: IV (Valles, laderas andinas medio alto), VIII (Centro América y Méjico), IX (Caribe). Las zonas de producción de café en estos megadominios comparten problemáticas similares y están localizadas entre los 500 y 2000 metros de altura sobre el nivel del mar.

IV. FAMILIAS DE TECNOLOGÍA

Nuestra propuesta incluye 3 de las familias de tecnologías definidas como prioritarias por FONTAGRO: 1) La familia de tecnología 1 por su énfasis en innovación tecnológica a una cadena de gran valor económico hemisférico como es el café articulado en el contexto de competitividad y sostenibilidad social, económica y ambiental. 2) La familia de tecnología 3 pues nuestra propuesta desarrollará y adaptará herramientas de genómica para caracterización, utilización y preservación de recursos genéticos en *Coffea*. 3) La familia de tecnología 5 por ser la caficultura regional esencialmente de productores de pequeña escala (< 5 ha).

V. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A. Fin:

El objetivo de este proyecto es garantizar a través de tecnología genómica de avanzada la competitividad y sostenibilidad de la producción de café de alta calidad en el Mercado mundial (mediante la reducción en los costos de producción, el desarrollo de variedades resistentes y más adaptadas a estrés bióticos/abióticos, el aumento en la producción y el énfasis en calidad) en el contexto de cambios climáticos.

En el caso del café, un conocimiento más profundo del genoma podrá ayudarnos al desarrollo de variedades que sean más adaptables a cambios climáticos. La adaptación planificada a estos efectos permitirá anticiparnos mediante el desarrollo de variedades tolerantes a estrés abiótico y resistentes a plagas y patógenos para reducir los efectos combinados del cambio climático que podrían desplazar la localización actual de las áreas productivas y reducir significativamente el nivel de producción y la calidad del producto.

B. Propósito:

Uno de los logros e impacto directo más importantes de este proyecto piloto será el crear una red de colaboración técnica y científica de excelencia entre los 10 países productores de café miembros de FONTAGRO para garantizar a través de un mayor conocimiento/ dilucidación del genoma del café el desarrollo de herramientas genómicas de avanzada que constituyan la base para acelerar el mejoramiento futuro del café en el contexto de sostenibilidad y adaptación a cambios climáticos. La tecnología genómica de avanzada permitirá acelerar el desarrollo de variedades resistentes y más adaptadas a estrés biótico (insectos y patógenos) y abiótico (exceso de lluvias, incremento o reducción de temperatura, déficit hídrico; cambios en la dinámica física, química o microbiológica del suelo; captura de carbono; etc.) garantizando la producción sostenible de café y el énfasis en calidad y reducción de impacto ambiental en el contexto de cambios climáticos.

Este programa piloto de investigación se presenta como una alianza institucional del gremio cafetero a través de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y del Centro Nacional de Investigaciones de Café CENICAFE, el Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), PROMECAFE/IICA que asocian a través de Convenios de Cooperación varios países productores de café en Centro y Sur América, el Centro Agronómico de Agricultura Tropical y Enseñanza (CATIE), el International Coffee Genomics Network (ICGN) que asocia científicos en 19 países productores y consumidores de café en el mundo, en colaboración con grupos internacionales de investigación y desarrollo tecnológico e innovación de avanzada en el área de genómica que incluyen la Universidad de Cornell, la Universidad de Arizona, la Universidad de Maryland, y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD). El programa de investigación que se propone incluye entrenamiento de científicos en genómica en áreas de tecnología de avanzada relevantes a adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático lo cual asegurará la implementación e inclusión de los avances logrados para incrementar la competitividad agrícola.

C. Componentes:

El programa cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento del genoma del café tiene tres componentes generales:

1. La construcción del mapa físico del café *C. arabica* basado en librerías genómicas de largo inserto BAC de sus dos parentales ancestrales diploides: *C. canephora* y *C. eugenioides*. El mapa físico del café construido a partir de sus ancestros diploides servirá de base para la secuenciación del genoma del café dada la complejidad genética del tetraploide *C. arabica*.
2. Secuenciación del genoma del café utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación con énfasis en ensamblaje, anotación y caracterización de áreas del genoma que contengan genes de importancia para la producción de café en el contexto de cambio climático.
3. Desarrollo de herramientas genómicas de avanzada para caracterización, conservación, y utilización de germoplasma de *Coffea* que permitan el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.).

D. Resultados Esperados:

- 1) Construcción del mapa físico del café basado en los ancestros diploides de *C. arabica*: *C. canephora* y *C. eugenioides* para permitir estudios estructurales y funcionales a nivel genómico, así como para servir de base para la secuenciación del genoma del café utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación.
- 2) Integración a nivel informático de los recursos genómicos que se desarrollarán para las tres librerías BAC de *C. arabica*, *C. canephora*, *C. eugenioides* para permitir por primera vez análisis de genómica comparativa entre estas tres especies del género *Coffea*. **Nota:** La librería BAC de *C. arabica* que se utilizará en este proyecto fué construída, fingerprinted y BAC end sequenced en la Universidad de Arizona a través de un proyecto colaborativo con CENICAFE co-financiado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Ministerio de Agricultura. La construcción de la librería BAC de *C. canephora* que se usará en este proyecto fué contratada en la Universidad de Arizona con financiación del IRD/CIRAD.
- 3) Obtención de nuevos marcadores moleculares para las tres especies que servirán para relacionar (anchoring) la información del mapa genético molecular y el mapa físico de *C. arabica*, *C. canephora*, *C. eugenioides*.
- 4) Los nuevos marcadores y la integración del mapa físico y genético del café facilitarán la clonación de genes que se complementará con estudios citológicos FISH/GISH (Herrera *et al.* 2006, 2007) para mapeo físico de regiones genómicas que codifiquen características de interés en cromosomas específicos.
- 5) Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para secuenciar el genoma del

- café con énfasis en áreas del genoma de interés para adaptación a cambio climático.
- 6) Se desarrollarán e implementarán herramientas bioinformáticas para ensamblaje y anotación de las secuencias del genoma de *C. arabica* basado en los subgenomas de las dos especies diploides parentales.
 - 7) Desarrollo de herramientas genómicas de avanzada para caracterización, conservación, y utilización de germoplasma de *Coffea* en programas de mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.). Este trabajo incluirá la caracterización de polimorfismos de interés para adaptación a cambio climático en germoplasma usando las nuevas tecnologías de secuenciación. En colaboración con Cornell University, CENICAFE, IRD y CATIE se analizarán varias colecciones de germoplasma de *Coffea* para facilitar su caracterización, preservación y utilización futura a través de mapeo de asociación y estudios de linkage disequilibrium con énfasis en adaptación a efectos de cambios climáticos.

La construcción del mapa físico del café basado en las dos especies diploides que originaron *Coffea arabica* nos permitirá relacionar la información existente de los mapas genéticos moleculares de estas dos especies *C. canephora* (Lashermes *et al.* 2001) y *C. eugenioides* (López and Moncada, 2006) y la del tetraploide *C. arabica* (developed at CENICAFE) para dilucidar a nivel de organización y evolución del genoma las regiones que tendrían mayor plasticidad y podrían ser útiles para clonación de genes de importancia económica en la producción de café. Esta información nos permitirá comparar regiones (scaffolds) del genoma que no ha sido posible mapear en *C. arabica* para alinear marcadores moleculares derivados de la secuenciación de los BACs y ayudar así al desarrollo de nuevos marcadores (específicos de secuencia) en áreas no saturadas del genoma de interés agronómico para desarrollar un mapa genético molecular del café de alta densidad. Además, la información generada facilitará estudios de colinearidad entre los parentales ancestrales diploides y el tetraploide *C. arabica* para desarrollar nuevas estrategias de uso de *Coffea* germoplasma.

Los trabajos en genómica de *Coffea arabica* agilizarán el desarrollo de variedades mejoradas en una especie cultivada tradicionalmente en América Latina y reconocida por el mercado mundial como la de mejor calidad de café. Las variedades mejoradas son la alternativa más económica y la tecnología de más fácil transferencia para manejar problemas de enfermedades y plagas, así como aspectos de calidad tales como tamaño de grano y características organolépticas (Bertrand *et al.* 2008; Posada *et al.* 2008). Por ser un cultivo perenne, el mejoramiento de variedades de café es un proceso muy lento, que además requiere de extensos lotes experimentales y mediciones durante varias cosechas. La genómica, permite la identificación y localización de genes de importancia y su caracterización rápida en progenies de interés y es por lo tanto una herramienta esencial para asistir al mejoramiento genético del café y de otros cultivos perennes.

E. Actividades y Metodologías:

Nuestro objetivo es acelerar el conocimiento del genoma del café y la exploración y utilización de germoplasma, mediante: 1) la construcción del mapa físico del café basado en las dos especies diploides que originaron la especie tetraploide *Coffea arabica*: *C. eugenioides* y *C. canephora*; 2) el uso de las nuevas tecnologías de secuenciación para dilucidar los genes que están presentes en el genoma del café; 3) el desarrollo de herramientas genómicas para caracterización de germoplasma. Este conocimiento nos permitirá localizar los genes de importancia económica en la producción de café y su posterior manipulación en los programas de selección de nuevas variedades.

1. Construcción del mapa físico del café

El mapa físico de un genoma debe ser obtenido a partir de una librería BAC (Bacterial Artificial

Chromosome) de DNA que pueda ser mantenida en forma estable por un largo período de tiempo (Cheng *et al.* 2002). Las librerías BAC permiten la clonación de fragmentos de DNA de hasta 350 Kb. El tamaño promedio de los insertos está entre 100 y 160 Kb. El mapa físico integrado al mapa genético permitirá el aislamiento de un gran número de genes (Budiman *et al.* 2004) y además permitirá el desarrollo de estudios genéticos y biológicos para genes asociados a mejor adaptación a cambio climático.

Dada la complejidad de construir el mapa físico de un tetraploide (Adams and Wendel 2005), en este proyecto se propone la construcción del mapa físico del café basado en las librerías BAC de los ancestros diploides *C. canephora* y *C. eugenioides*. Los mapas genéticos moleculares que se han desarrollado para estas tres especies *C. arabica*, *C. eugenioides* y *C. canephora* serán utilizados para relacionar la información del mapa físico con el mapa molecular. Los mapas genéticos de *C. arabica* y *C. eugenioides* (López and Moncada, 2006) usando como marcadores moleculares microsátélites (single sequence repeats SSRs) (Moncada and McCouch, 2004) fueron desarrollados por CENICAFE con financiación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y del Ministerio de Agricultura. El mapa genético molecular de *C. canephora* fué desarrollado por el IRD y los marcadores moleculares serán utilizados en este proyecto (Lashermes, 2001).

El mapa físico del café construido a partir de sus ancestros diploides servirá de base para la secuenciación del genoma del café dada la complejidad genética del tetraploide *C. arabica*. Estos estudios nos permitan decifrar la estructura, evolución de la organización del genoma del tetraploide *C. arabica* y utilizar la información disponible en especies diploides del género *Coffea* (> 100 especies) de más diversidad genética para predecir la localización de genes e identificar en café regiones del genoma responsables de la expresión de caracteres de importancia económica en adaptación a cambio climático (resistencia a enfermedades y plagas, calidad, rendimiento, etc.) y su posterior manipulación en los programas de selección de nuevas variedades. El programa propuesto es posible dado los logros del proyecto de genómica del café que se realiza actualmente en CENICAFE, co-financiado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Ministerio de Agricultura, en el que se han desarrollado los mapas genéticos moleculares de *C. arabica* y *C. eugenioides* con marcadores moleculares robustos (microsátélites) y se ha construido la librería genómica BAC de *C. arabica* (Cadena *et al.* 2008; López y Moncada, 2006; Moncada y McCouch, 2004).

2. Nuevas tecnologías de secuenciación

La construcción del mapa físico del café basado en las especies diploides permitirá por primera vez la utilización de nuevas tecnologías de secuenciación para secuenciar el genoma del café. Esta área incluye el desarrollo de herramientas novedosas de bioinformática para ensamblar el genoma del tetraploide *C. arabica*, utilizando BAC contigs de áreas de interés y su anotación utilizando la colección de ESTs (expressed sequence tags) de *C. arabica* que representan el transcriptoma del café (~100,000 ESTs representando 35,000 unigenes). El transcriptoma del café representado en la colección de ESTs en la base de datos de CENICAFE es uno de los logros más significativos del proyecto del genoma del café con co-financiación desde el 2003 por el Ministerio de Agricultura y por primera vez en el 2006 por el US National Science Foundation (Cristancho *et al.* 2006, 2008; Montoya *et al.* 2006). Como parte de ese proyecto, un microarreglo de cDNAs de café fué también desarrollado por CENICAFE en colaboración con TIGR (The Institute for Genomic Research) para estudios de análisis de transcripción y expresión de genes.

La tecnología de secuenciación Sanger desarrollada por Frederick Sanger en los años 70, fué la base para la secuenciación del genoma humano y de la mayoría de los proyectos de secuenciación de genomas de organismos que se han realizado en la última década (e.g. en plantas *Arabidopsis*, arroz, maíz, poplar, uva) [for a recent review see Science 2008 Plant genomes special issue v. 320: 421-551]. El Proyecto para secuenciar el genoma humano usando la tecnología Sanger, se inició en 1985 y su objetivo fué secuenciar el genoma en menos de dos décadas con un costo de

\$3 billones de dólares. En los últimos años, el US National Institute of Health (NIH) ha tenido muchísimo interés en financiar el desarrollo de nuevas tecnologías de secuenciación que bajen los costos eliminando los pasos preparativos a la secuenciación, y miniaturizando el equipo a través del uso de nanotecnología para secuenciar millones de moléculas en forma simultánea (parallel sequencing) (Mardis, 2008; Margulies and Eghold, 2005; Patrick *et al.* 2006). La nueva generación de tecnologías de secuenciación, permite secuenciar el DNA de manera más rápida y menos costosa y tiene el potencial de revolucionar la investigación médica a través de la medicina personalizada (Blow, 2007; Leamon *et al.* 2007). El interés desde el punto de vista médico es de secuenciar genomas individuales buscando las diferencias mínimas entre individuos y pacientes con el fin de desarrollar a corto plazo terapias genéticas (Hutchison 2007).

El objetivo de nuestro proyecto es adaptar el uso de las nuevas tecnologías de secuenciación para la secuenciación del genoma del café. Las nuevas tecnologías de secuenciación simulan aspectos de la síntesis natural del DNA para identificar las bases durante los pasos de extensión Roche 454 GS FLX platform (<http://454.com/enabling-technology/index.asp>) o ligación Illumina's Genome Analyzer (<http://www.illumina.com/pages.ilmn?ID=203>). En ambos casos, las nuevas tecnologías bajan el costo en forma dramática ya que incrementan la velocidad de secuenciación al miniaturizar el equipo y reducir la cantidad de químicos que se usan al leer millones de bases simultáneamente (Mardis, 2008; Pop and Salzberg 2008). Comparado con otras angiospermas, el genoma de las especies de café es en promedio de tamaño relativamente pequeño (i.e. 660, 810, y 1300 Mb para *C. eugenioides*, *C. canephora* y *C. arabica*, respectivamente).

3) Caracterización, preservación y utilización de germoplasma para desarrollo de variedades adaptadas a cambios climáticos.

Este proyecto permitirá el desarrollo de herramientas genómicas de avanzada para caracterización, conservación, y utilización de germoplasma de *Coffea* que permitan acelerar el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.). El proyecto incluye la adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para la caracterización de polimorfismos de interés para adaptación a cambio climático en germoplasma de *Coffea*.

CATIE y CENICAFE cuentan con colecciones *ex situ* de germoplasma de *Coffea arabica* compuestas en su mayoría por introducciones silvestres de Etiopía. Estas colecciones teóricamente poseen la variabilidad genética existente en *C. arabica* por ser Etiopía el centro de origen de esta especie. Estas colecciones *ex situ* han sido evaluadas muy parcialmente por características agronómicas de interés y sólo alrededor de un 4 –5 % del germoplasma ha sido utilizado en programas de mejoramiento de café. Estudios de diversidad del germoplasma y de su variabilidad nos permitirán detectar genotipos con resistencia a estrés bióticos y abióticos y utilizar un porcentaje mayor del pool genético de la colección. De gran importancia es la detección de genotipos con resistencia a enfermedades e insectos, tolerantes a estrés hídrico, adaptados a mayores temperaturas, y en general a las condiciones ambientales que resulten como consecuencia del calentamiento global que está ocurriendo en el mundo (Bradshaw and Jolzappel 2008; Kotak *et al.* 2007; Rosenzweig *et al.* 2008; Zweiers and Hegerl 2008).

La construcción del mapa físico del café, la secuenciación del genoma del café utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación, los estudios de diversidad de germoplasma, y la anotación de genes de importancia propuestas en este programa serán la base para los avances en las áreas prioritarias de interés para estudios de cambio climático y producción sostenible del café. Resistencia a plagas y enfermedades, calidad de taza (Bertrand *et al.* 2008; Posada *et al.* 2008), y caracterización de germoplasma son temas de gran relevancia para la caficultura sostenible del futuro.

F. Cronograma:

Actividades	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Construcción mapa físico del café																
1. Construcción librerías BAC <i>C. canephora</i> y <i>C. eugenioides</i>	_____															
2. Fingerprinting y secuenciación de terminales de librería <i>C. eugenioides</i>				_____												
3. Fingerprinting librería <i>C. canephora</i>				_____												
4. Entrenamiento estudiante doctorado en Construcción del mapa físico del café & comparative structural genomics	_____															
5. Comparative genome organization studies <i>C. arabica</i> vs. diploids										_____			_____			
Adaptación nuevas tecnologías de secuenciación al genoma del café																
1. Secuenciación de BAC homeologous <i>C. arabica</i> , <i>C. canephora</i> y <i>C. eugenioides</i>	_____															
2. Desarrollo de herramientas de bioinformática para ensamblaje del genoma y anotación de genes				_____												
3. Entrenamiento estudiante de doctorado en Bioinformática				_____												
5. Anotación del genoma del café en áreas de interés para adaptación a cambio climático				_____												
6. Integración en base de datos de la información genotípica, de mapeo físico, molecular, y secuencias genómicas de las tres especies <i>C. arabica</i> , <i>C. canephora</i> , <i>C. eugenioides</i>				_____												
Estudios de diversidad genética en germoplasma de <i>Coffea</i>																
1. Desarrollo de herramientas genómicas para caracterización de germoplasma				_____												
2. Entrenamiento estudiante de doctorado en estudios de diversidad en <i>Coffea</i>	_____															
3. Integración en base de datos de la información genotípica y fenotípica para utilización en programas de mejoramiento genético							_____									
4. Secuenciación de BACs asociados a resistencia a enfermedades rust/coffee berry disease (CBD)	_____															
5. Entrenamiento estudiante de doctorado en caracterización de genes de resistencia en <i>Coffea</i>	_____															
Outreach																
1. Taller de genómica del café Plant & Animal Genome PAG San Diego, USA (anual)	_____			_____			_____			_____			_____			
2. Foro de intercambio con la comunidad científica internacional en café organizado en conjunción con ASIC/ ICGN (cada 2 años)							_____			_____						
3. Taller Internacional al finalizar el proyecto para capacitación técnica de mejoradores de países participantes en el proyecto													_____			

G. Sostenibilidad:

Casi dos terceras partes del café que se consume en el mundo viene de América Latina y recientemente la demanda se ha incrementado por cafés especiales de alta calidad, sostenibles y más amigables con el ambiente. Los altos costos de producción debidos al incremento en los costos de los agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) pueden ser reducidos substancialmente a través del desarrollo de variedades resistentes y mejor adaptadas a las condiciones ambientales. Dado que la caficultura a nivel mundial está conformada principalmente por pequeños productores (75%) es urgente desarrollar tecnologías que permitan mantenerla competitiva y sostenible en el contexto de cambios climáticos.

Nuestra propuesta cuyo objetivo es desarrollar tecnología de avanzada para adaptación y mitigación de efectos de cambio climático contribuirá a desarrollar principios de agricultura sostenible que puedan ser puestos en práctica por los cultivadores de café para conservación de recursos naturales y protección del medio ambiente.

El desarrollo de herramientas genómicas de avanzada y el uso de marcadores moleculares asociados a características de interés permitirá fortalecer programas de mejoramiento tradicionales para la producción de variedades adaptables a cambios climáticos para incrementar la sostenibilidad social, económica y ambiental de la producción de café en Latinoamérica. A través del fortalecimiento de alianzas existentes entre países cafeteros miembros del FONTAGRO (e.g. a través de Promecafé/IICA) se podrá aumentar la capacidad tecnológica a nivel regional mediante tayeres de capacitación que permitan crear una red científica en la que se compartan recursos (herramientas genómicas) de utilización común. Este proyecto piloto tendrá impacto no sólo para países cafeteros en Latinoamérica sino a través del mundo y será realizado en coordinación con los objetivos y prioridades del International Coffee Genomics Network (ICGN).

H. Divulgación:

Los avances del proyecto serán difundidos a través de:

- Capacitación a nivel de postgrado (4 estudiantes de doctorado PhD) en las Universidades de Arizona, Maryland, Cornell y el IRD.
- Realización anual de un tayer de genómica del café en asociación con el Animal and Plant Genome Meeting, San Diego, California. El taller será coorganizado por Marcela Yepes (Cornell University), Philippe Lashermes (ICGN/IRD), and Rod Wing (University of Arizona).
- Se desarrollará un sitio www para acceso público de las herramientas e información genómica (secuencias, mapa físico, mapas moleculares, etc.) que se generen en el proyecto.
- A través de Promecafé/IICA los países cafeteros miembros de FONTAGRO serán invitados a participar activamente como miembros en el ICGN. Philippe Lashermes, Chair Steering Committee ICGN, y colaborador en esta propuesta invitó a Promecafé a participar como miembro Institucional del ICGN.
- Publicaciones científicas de los avances se harán además de los informes anuales.
- Durante el desarrollo del proyecto se realizarán dos simposios internacionales en conjunción con la reunión Internacional del café ASIC/ ICGN.
- Al finalizar el proyecto se organizará un taller internacional para divulgación de aplicaciones de los resultados del proyecto a programas de mejoramiento en café dirigido a mejoradores de los países participantes en el proyecto.

I. Manejo del conocimiento:

El proyecto propuesto permitirá desarrollar y aplicar tecnologías de avanzada para una mejor adaptación de la caficultura al cambio climático y se desarrollará mediante entrenamientos de

científicos fortaleciendo así la capacidad científica a nivel hemisférico. Los datos generados se integraran en una base de datos para acceso público y se organizaran talleres para fomentar la capacitación formal de científicos de los países participantes en el uso de los avances tecnológicos en programas de mejoramiento.

J. Grupo Objetivo y Beneficiarios:

Los beneficiarios de este proyecto serán los caficultores a través del desarrollo de tecnologías de avanzada para la producción de variedades con mejor adaptación al cambio climático. Igualmente este proyecto beneficiará los consumidores de café pues permitirá garantizar la producción futura de café de alta calidad para suplir la demanda del Mercado mundial. El consumo del café ha incrementado en los últimos años en el mundo a una tasa del 2% anual. Estados Unidos es el primer país consumidor del mundo (20.6 millones de sacos de 60 Kg en 2006), seguido por Brazil (16.1), Alemania (9.1) y Japón (7.2). La producción de café de alta calidad es importante para incrementar la satisfacción del consumidor y promover su consumo, a la vez que se generan mejores precios para los productores.

El 75% de los productores de café a nivel mundial son de pequeña escala (< 5 ha). En períodos de bonanza (cuando los precios internacionales del café están por encima de los costos de producción), las regiones cafeteras presentan niveles de sostenibilidad social y económicos significativamente altos en países productores. Sin embargo, durante la crisis mundial cafetera las condiciones de vida de los caficultores se deterioraron con un gran aumento en pérdida de empleo rural, abandono de fincas, emigración del campo, y desestabilización rural que generó pobreza en la mayoría de los países productores (<http://dev.ico.org/crisis.asp>).

Este proyecto contribuirá a generar los conocimientos y las tecnologías genómicas de avanzada que le permitan a la caficultura la sostenibilidad futura mediante la disminución de costos de producción y la conservación de recursos medioambientales garantizando la producción de café de alta calidad en el contexto de cambios climáticos. Para facilitar este objetivo se desarrollará una base global de datos de germoplasma del género *Coffea* que permita explorar y utilizar diversidad genética y acelerar el mejoramiento de nuevas variedades con resistencia durable a plagas para reducir los costos de producción y mantener competitiva internacionalmente la industria del café de calidad en el evento de cambios climáticos drásticos.

Este proyecto permitirá identificar regiones del genoma del café responsables de la expresión de caracteres de importancia económica (resistencia a enfermedades y plagas, calidad, rendimiento, etc.). Estos estudios permitirán entender mejor los cambios estructurales y funcionales debidos a la introgresión de genes en la especie *C. arabica* provenientes de especies diploides de interés. Esta información es clave para el desarrollo de una estrategia de selección asistida, ya que permitiría controlar de una forma más precisa la transferencia de genes de resistencia al ataque de plagas y patógenos. A largo plazo, la implementación de una selección asistida en café acelerará de manera importante el desarrollo de variedades mejoradas, con la consecuente reducción de tiempo y costos.

K. Impactos Ambiental y Social:

El café representa todavía uno de los capitales sociales y estratégicos más importantes para varios países Latinoamericanos a través de la generación de empleo rural y de divisas, apesar de la diversificación de productos de exportación en las últimas décadas. El comercio internacional del café ocupa el segundo lugar en importancia después del petróleo en el mercadeo mundial de “commodities” (productos generadores de divisas) con un valor estimado de más de \$70 billones de dólares (producción mundial 120 millones de sacos de 60 kg en el 2007). El café es cultivado por más de 60 países por pequeños productores (la mayoría países en desarrollo) en zonas tropicales de Africa, Centro y Sur América, y Asia. En el mundo hay más de 10 millones de hectáreas cultivadas en café y más de 120 millones de personas dependientes del cultivo.

La transformación de fincas cafeteras para otros usos durante la crisis mundial del café (e.g. pasturas para ganadería o cultivos de ciclo corto) tuvo impactos negativos sobre el ambiente por ser alternativas no necesariamente sostenibles a nivel económico, social o ambiental particularmente en fincas de laderas causando erosión, contaminación de fuentes de agua, perdidas de captura de carbono, etc. El proyecto que proponemos es visionario al anticiparse al impacto negativo del cambio climático y tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad de la producción de café de calidad y la preservación de recursos naturales en América Latina generando estabilidad en un cultivo que ha sido sinónimo de desarrollo para los países productores. El impacto social que tiene la caficultura en el hemisferio tanto en generación de empleo rural y los beneficios sociales que ella financia, se vería afectada negativamente en el caso de cambios climáticos. Durante la reciente crisis mundial del café (<http://dev.ico.org/crisis.asp>), los bajos precios internacionales del grano (que llegaron por debajo de los US \$0.50 de dolar por libra para *C. arabica*) trajeron desempleo y pobreza a muchos países productores de América Latina. La crisis recalcó la importancia de la sostenibilidad del sector cafetero para lograr los objetivos de desarrollo (incluyendo los objetivos del milenio) en particular con respecto a erradicación de pobreza. Sostenibilidad del sector cafetero se traduce en empleo y mejores salarios, mejores estándares de vida y mejores condiciones de trabajo en países productores. Siendo el café un cultivo perenne, es costoso y requiere mucho tiempo la producción de nuevas variedades y no es fácil cambiar a cultivos alternativos. Dado que la producción de café es crítica para reducción de pobreza y crecimiento sostenible en zonas rurales es importante desarrollar tecnología que permita mayor adaptabilidad a cambios climáticos sin eliminación de bosques ya que esto afectaría fuentes de agua y recursos naturales. Nuestra propuesta, cuyo objetivo es desarrollar tecnología de avanzada para adaptación y mitigación de efectos de cambio climático, contribuirá a desarrollar principios de agricultura sostenible que puedan ser puestos en práctica por los caficultores

Además, la reducción en el uso de insumos agrícolas mediante el desarrollo de variedades resistentes con el uso de herramientas genómicas tendrá efectos positivos en el medio ambiente al disminuir la contaminación de suelos y mantos acuáticos. El uso de herramientas genómicas facilitará exploración de germoplasma para conservación de biodiversidad, incrementar captura de carbono y reducir uso de agroquímicos. Con el alto costo del petróleo y derivados, el menor uso de fertilizantes y pesticidas mediante el desarrollo de variedades que incorporen mejor nutrientes y sean resistentes reducirá los costos de producción debidos a la importación de agroquímicos basados en el petróleo.

Fuentes bibliográficas

- Adams, K. L., and J. F. Wendel. 2005. Polyploidy and genome evolution in plants. *Curr Opin in Plant Biology*, 8: 1-17.
- Bertrand B., D. Villarreal, A. Laffargue, H. Posada, P. Lashermes, and S. Dussert. (2008). Comparison of the effectiveness of fatty acids, chlorogenic acids, and elements for the chemometric discrimination of Coffee (*Coffea arabica* L.) varieties and growing origins. *J. Agric. Food Chem.* 56(6); 2273-2280.
- Blow, N. 2007. Genomics: the personal side of genomics. *Nature* 449 (7162): 627-630.
- Bradshaw, W. E., and C. M. Holzapfel. 2008. Genetic response to rapid climate change: it's seasonal timing that matters. *Molecular Ecology* 17, 157–166.
- Budiman, M.A., S-B. Chang, S. Lee, T.J. Yang, H-B. Zhang, H. de Jong and R.A. Wing. 2004. Localization of jointless-2 gene in the centromeric region of tomato chromosome 12 based on high resolution genetic and physical mapping. *Theo Appl Genet* 108:190-196.
- Cadena, G., P. Benavidez, M. Cristancho, P. Moncada, C. Góngora, R. Acuña, A. Gaitán, H. Posada, D. Villarreal, D. Molina, J. Dominguez, J. C. Herrera, H. Aldwinckle, and M. Yepes. 2008. Study of the genomes of coffee (*Coffea arabica*), its major insect pest the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), and its biological control agent (*Beauveria bassiana*). *Coffee Genomics Workshop. Abstract Plant and Animal Genome XVI Conference, San Diego, California, January 12-16, 2008.* (http://www.intl-pag.org/16/abstracts/PAG16_W14_115.html)
- Chen M, Presting G, Barbazuk WB, Goicoechea JL, Blackmon B, Fang G, Kim HR, Frisch DA, Yu Y, Higingbottom S, Phimpilai K, Phimpilai S, Thurmond S, Gaudette B, Li P, Liu J, Hatfield J, Main D, Sun S, Farrar K, Henderson C, Barnett L, Costa R, Williams B, Walser S, Atkins M, Hall C, Bancroft I, Salse J, Regad F, Mohapatra T, Singh NK, Tyagi AK, Soderlund C, Dean RA & R.A. Wing. 2002. An Integrated Physical and Genetic Map of the Rice Genome. *The Plant Cell* 14: 537-545.

- Clifford M.N. and Willson K.C. (Editors) – 1985. Coffee; botany, biochemistry and production of beans and beverage. London, Croom Helm.
- Cristancho, M., L. Rivera, C. Orozco, L. Mueller. 2006. Development of a bioinformatics platform at the Colombian National Research Center (CENICAFE). 21st International Conference on Coffee Science ASIC Proceedings, Montpellier, France, Sep 11-15, 2006.
- Cristancho, M., L. Rivera, C. Orozco, A. Chalarca, R. Buell, M. Yepes, and G. Cadena. 2008. An integrated web-based bioinformatics system for genome sequences, gene expression data, and molecular genetic markers for coffee. 2008. Coffee Genomics Workshop. Abstract Plant and Animal Genome XVI Conference, San Diego, California, January 12-16, 2008. http://www.intl-pag.org/16/abstracts/PAG16_P01_27.html
- Engelman, F., M. E. Dulloo, C. Astorga, S. Dussert, and F. Anthony. 2007. Conserving coffee genetic resources. Complementary strategies for *ex situ* conservation of coffee (*Coffea arabica* L.) genetic resources. A case study in CATIE, Costa Rica. Bioversity International. 61 p.
- Herrera, J. C., M. C. Combes, H. Cortina, and P. Lashermes. 2004. Factors influencing gene introgression into the allotetraploid *Coffea arabica* L. from its diploid relatives. Genome (Canada) 47: 1053-1060.
- Herrera, J. C., A. D'Hont, and P. Lashermes. 2006. Utilization of chromosome painting as a complementary tool for introgression analysis and chromosome identification in coffee. 21st International Conference on Coffee Science ASIC Proceedings, Montpellier, France, Sep 11-15, 2006.
- Herrera J.C., A. D'Hont A., and P. Lashermes (2007). Use of fluorescent *in situ* hybridization as a tool for introgression analysis and chromosome identification in coffee (*Coffea arabica* L.). Genome 50:619-626.
- Hutchison CA, 3rd. 2007. DNA sequencing: bench to bedside and beyond. Nucleic Acids Res 35(18): 6227-6237.
- Kotak, S.; Larkindale, J.; von Koskull, P. Vierling, E. and Dieter, K. 2007. Complexity of the heat stress response in plants. Current Opinion in Plant Biology, 10: 310-316.
- Leamon, John, Michael S. Braverman and Jonathan M. Rothberg. 2007. High-Throughput, Massively Parallel DNA Sequencing Technology for the Era of Personalized Medicine, Gene Therapy, and Regulation, Vol. 3, No. 1. 2007. 15-31.
- Lashermes, P., M. C. Combes, J. Robert, P. Trouslot, A. D'Hont, f. Anthony, and A. Charrier. 1999. Molecular characterization and origin of the *Coffea arabica* L. genome. Mol. Genet. Genomics 261: 259-266.
- Lashermes, P., M. C. Combes, N. S. Prakash, P. Trouslot, M. Lorieux, A. Charrier. 2001. Genetic linkage map of *Coffea canephora*: effect of segregation distortion and analysis of recombination rate in male and female meioses. Genome, 44 : 589-596.
- López, G. and P. Moncada. 2006. Construction of an interspecific genetic linkage map from *Coffea liberica* x *C. eugenioides* F1 population. 21st International Conference on Coffee Science ASIC Proceedings, Montpellier, France, Sep 11-15, 2006.
- Mardis ER. 2008. The impact of next generation sequencing technology on genetics. Trends Genet. 24: 133-141.
- Margulies, M., M. Eghold, et al. 2005. Genome sequencing in microfabricated high density picolitre reactors. Nature 437: 326-327.
- Moncada, P. and S. McCouch. 2004. Simple Sequence Repeat (SSR) diversity in diploid and tetraploid *Coffea* species. Genome 47: 501-509.
- Montoya, G., H. Vuong, R. Buell, M. Cristancho, P. Moncada, and M. Yepes. 2006. Sequence analysis from leaves, flowers, and fruits of *Coffea arabica* var. Caturra. 21st International Conference on Coffee Science ASIC Proceedings, Montpellier, France, Sep 11-15, 2006.
- Mosquera S., L.P., Riaño H., N.M.; Lopez F., Y.; Arcila P., J. 2005. Net photosynthesis and CO₂ compensation point in three coffee *Coffea* spp. genotypes under three temperatures. Revista Facultad Nacional de Agronomía 58(2): 2827-2835.
- Patrick N. G., Jack J.S. Tan, Hong Sain Ooi, Yen Ling Lee, Kuo Ping Chiu, Melissa J. Fullwood, Kandhadayar G. Srinivasan, Clotilde Perbost, Lei Du, Wing-Kin Sung, Chia-Lin Wei and Yijun Ruan. 2006. Multiplex sequencing of paired-end ditags (MS-PET): a strategy for the ultra-high throughput analysis of transcriptomes and genomes. Nucleic Acids Research 34: 12.
- Pop, M. and S. L. Salzberg. 2008. Bioinformatics challenges of new sequencing technology. Trends in Genetics 24: 142-149.
- Posada H., M. Ferrand, F. Davrieux, P. Lashermes, and B. Bertrand. 2008. Stability across environments of the coffee variety Near Infrared Spectral Signature. Heredity, *In Press*.
- Rosenzweig, C. D. Karoly, M. Vicarelli, P. Neofotis, Q. Wu, G. Casassa, A. Menzel, T. L. Root, N. Estrella, B. Seguin, P. Tryjanowski, C. Liu, S. Rawlins, A. Imeson. 2008. Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. Nature 453: 354-358.
- Zwiers, F. and G. Hegerl. 2008. Climate Change: Attributing cause and effect. Nature 453: 296-297.

VI. CAPACIDAD INDIVIDUAL E INSTITUCIONAL

A. Experiencia reciente.

El proyecto que proponemos a través de este Consorcio Investigativo será liderado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, CENICAFE y Cornell University quienes han trabajado colaborativamente en los últimos 5 años en la coordinación de la Iniciativa del genoma del café que se realiza en CENICAFE desde el 2003 con cofinanciación del Ministerio de

Agricultura de Colombia. El Dr. Joe Tohme del CIAT quien hará seguimiento a esta nueva propuesta a FONTAGRO, ha trabajado con CENICAFE desde el 2003 en el seguimiento científico de la Iniciativa del genoma del café, de la broca y del agente controlador biológico *Beauveria bassiana*. El grupo científico de CENICAFE trabajando en la Iniciativa del genoma incluye más de 40 científicos (12 PhD and 28 MS/BS).

La tecnología que se desarrolle a través de este programa dará continuidad a los esfuerzos de la caficultura en Colombia que ha estado cimentada tradicionalmente en la preservación de recursos naturales. CENICAFE ha desarrollado investigación y tecnologías para uso eficiente de energías renovables, captura de carbono, reducción en uso de plaguicidas (a través de la obtención y uso de una variedad con resistencia durable a la roya y el uso de un programa de manejo integrado contra la broca con un fuerte componente en control biológico), conservación de aguas y suelos, disposición de los residuos de la producción, etc. La caficultura intensiva en Colombia ha permitido aumentos en la productividad y una menor tasa de deforestación asegurando preservación de fuentes de aguas.

CENICAFE fué fundado en 1938 con la misión de generar conocimientos científicos y tecnologías para la producción sostenible de café en Colombia preservando recursos naturales en las zonas cafeteras (suelos, agua, biodiversidad). CENICAFE lleva 70 años continuos de investigación en *C. arabica* que incluye todo el rango desde estudios biológicos en Entomología, Fitopatología, Mejoramiento, hasta estudios de Biología Molecular avanzada. En los últimos 17 años, CENICAFE ha formado en colaboración con la Universidad de Cornell un equipo científico multidisciplinario de avanzada en el área de estudios genómicos que le ha permitido construir (en colaboración con Susan McCouch) el primer mapa genético molecular de *C. arabica* del mundo con marcadores moleculares robustos (microsatélites) que pueden ser utilizados en diferentes poblaciones, son co-dominantes y permitirán relacionar la información del mapa físico del café con el mapa genético molecular. Desde el 2003, con co-financiación del Ministerio de Agricultura, CENICAFE inició el proyecto en genómica del café que se ha desarrollado en colaboración con Cornell, las Universidades de Maryland y Arizona y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en Francia. Como parte de este proyecto 13 profesionales de CENICAFE han recibido entrenamientos en genómica en las Instituciones del Consorcio.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia a través de CENICAFE, dentro de su proceso de gestión de recursos ha establecido alianzas entre varias instituciones con el IICA y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para cofinanciar investigaciones relacionadas con la cadena forestal con el objetivo principal de generar conocimiento para el aprovechamiento sostenible de la producción de especies forestales nativas en zonas cafeteras como aporte en la generación de ingresos complementarios al caficultor. Estos trabajos, específicamente dos proyectos que tiene una vigencia de 3 años, contemplan las especies *Cordia alliodora* (Nogal cafetero) y *Tabebuia rosea* (Guayacán rosado) y en términos generales tienen los siguientes objetivos:

- 1) Aumentar la base genética de poblaciones de *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*.
- 2) Evaluar la base genética localizada en huertos clonales y materiales provenientes de los mejores fenotipos provenientes de los ensayos de progenies y huertos semilleros.
- 3) Estandarizar técnicas de marcadores moleculares microsatélites para caracterizar molecularmente las especies *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*.
- 4) Caracterizar progenies usando descriptores morfológicos en cada una de las especies.
- 5) Transferir a los agricultores el conocimiento generado y evaluar de manera participativa con ellos los materiales con la mayor distancia genética y las mejores características morfológicas para fines comerciales en diferentes pisos altitudinales.

CENICAFE desde hace más de 10 años ha venido generando tecnologías para preservación de especies forestales nativas en la zona cafetera que cubre 50% del país.

B. Ejecución del Proyecto.

El propósito de este proyecto es fortalecer las capacidades tecnológicas de los países productores

de café generando y utilizando efectivamente herramientas de genómica para garantizar la sostenibilidad futura social, ambiental y económica de la producción de *Coffea arabica* en el evento de cambios climáticos. La participación en el Consorcio de 10 países miembros de FONTAGRO (Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Ecuador, Venezuela, Panamá, Perú, Paraguay y República Dominicana) permitirá que los avances en estudios del genoma del café y de la caracterización de germoplasma que se harán como parte del proyecto propuesto puedan ser implementados inmediatamente en programas de mejoramiento genético una vez se identifiquen genes de interés. La formación de una red de excelencia a través de las alianzas de países miembros de Promecafé e IICA permitirá cooperación a nivel tecnológico y científico a través del Consorcio y fortalecerá la capacidad científica a nivel regional. Cornell University, IRD, CENICAFE y CATIE apoyarán los estudios de caracterización, y preservación de germoplasma de *Coffea* para adaptabilidad a cambio climático. A través del network de Promecafé/IICA con el apoyo del CIAT y en conjunción con el International Coffee Genomics Network (ICGN) se coordinarán agendas específicas de capacitación técnica con participación de científicos de los países productores de café.

El Consorcio contará además con la colaboración de grupos internacionales de investigación y desarrollo tecnológico de avanzada en el área de genómica de plantas incluyendo la Universidad de Cornell, la Universidad de Arizona, la Universidad de Maryland, y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Estos grupos han colaborado por los últimos 5 años directamente con CENICAFE en la formación de recursos humanos y en el desarrollo de la Iniciativa del genoma del café co-financiada por el Ministerio de Agricultura de Colombia.

La construcción del mapa físico del café se hará en colaboración con la Universidad de Arizona en el Arizona Genomics Institute (AGI) bajo la dirección de Rod Wing. AGI ha colaborado en los últimos años con CENICAFE en la construcción de la librería BAC de *C. arabica* (con fondos del Ministerio de Agricultura). El mapa físico del café será la base para la secuenciación del genoma del café. La estrategia para secuenciación incluye el uso combinado de BAC pools y nuevas tecnologías de secuenciación y será desarrollada en colaboración con Rod Wing en AGI. Paralelamente se llevará a cabo la exploración del uso de las nuevas tecnologías de secuenciación en BACs homeólogos en áreas del genoma de interés para las tres especies en colaboración con la Universidad de Maryland a través del Center for Informatics and Computational Biology, dirigido por Steven Salzberg, quien será colaborador en este proyecto. Steven Salzberg fué director de Bioinformática de TIGR por varios años y tiene vasta experiencia en secuenciación, ensamblaje y anotación de genomas de diferentes organismos. El proyecto piloto que se propone en colaboración con U. Maryland incluirá el desarrollo de herramientas novedosas de bioinformática para el ensamblaje de las secuencias generadas con las nuevas tecnologías de secuenciación utilizando BAC contigs de áreas de interés del genoma del café y su anotación utilizando la colección de ESTs de *C. arabica*.

La integración en una base de datos de la información de los mapas genéticos moleculares, físicos y las secuencias que se generen del genoma la harán Cornell University y CENICAFE en colaboración con Maryland, Arizona, y IRD. Marcela Yepes y Herb Aldwinckle en Cornell han trabajado con CENICAFE en los últimos 5 años en la coordinación del proyecto del genoma del café y serán responsables junto con CENICAFE de la coordinación internacional de este proyecto piloto. Cornell cuenta actualmente con la base de datos para genómica comparativa en plantas más avanzada de acceso público con el Theory Center y el USDA Center for Bioinformatics and Comparative Genomics que incluye las bases de datos de cereales (arroz, maíz y trigo), *Arabidopsis* y *Solanaceae* (tomate, papa, pimentón, etc.). Con financiación apropiada se desarrollará a través de este proyecto una base global de datos para *Coffea* que permita integrar información genómica, y de los mapas físicos y moleculares para explorar diversidad genética y acelerar el desarrollo de variedades mejoradas de café adaptadas a efectos negativos de cambio climático. La creación de esta base de datos facilitará la utilización y divulgación de los resultados del proyecto.

Philippe Lashermes del IRD, Director del International Coffee Genomics Network (ICGN), será colaborador del proyecto y contribuirá con los análisis biológicos de la información genómica y del mapeo físico generada, proporcionará marcadores moleculares del mapa de *C. canephora* y

co-financiará la construcción de la librería BAC de *C. canephora*. IRD ha colaborado por varios años con CENICAFE en la formación de recursos humanos y en estudios de introgresion y citogenéticos avanzados (FISH, GISH) para identificación de regiones del genoma del café ligadas a genes de importancia agronómica especialmente relacionados con familias de genes de resistencia en café y genes asociados a calidad en *C. arabica*.

Philippe Lashermes y CENICAFE son los coordinadores del grupo de trabajo del ICGN que fué asignado para liderar la construcción del mapa físico del café y el desarrollo de la estrategia para la secuenciación del genoma del café. Para facilitar la divulgación de los datos de este proyecto piloto, Philippe Lashermes (IRD), Marcela Yepes (Cornell) y Rod Wing (Arizona) son coorganizadores del taller Internacional de Genómica del café que se ofrecerá anualmente como parte del Plant and Animal Genome Meeting (PAG) en los Estados Unidos. Este tayer se realizó por primera vez en Enero 13, 2008 con la presentación de esta propuesta internacional y con la participación del IDB, NSF, USDA y Bioversity (CGIAR). El tayer ayudará a diseminar los resultados de este proyecto al ICGN y a la Comunidad Genómica Internacional.

C. Equipo técnico.

Investigador líder del Consorcio: Gabriel Cadena, PhD, Director CENICAFE, Colombia

Academic degrees

- BS Agronomic Engineer/ Ingeniero Agrónomo
University: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 1969.
- MSc Plant Pathology/ MS Fitopatología
University: Universidad Nacional de Colombia, 1978
- PhD Botany Plant Pathology/PhD Botánica y Fitopatología
University: Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA, 1986

Professional experience

- Director of the National Coffee Research Center – CENICAFE. 1988 – present.
- Principal Researcher at the Laboratory of Coffee Chemical Research, Bogota, 1986 – 1988.
- Head of the Plant Pathology Section at CENICAFE, 1980 – 1983.

Awards and Distinctions

- Agronomic Engineer of the year Award, 1992.
- Distinguished Agricultural Alumni Award, Purdue University, 1997.
- El Colombiano Ejemplar Award” on Science and Technology. 2001
- Golden Medal of Merit for Services, National Coffee Growers Federation of Colombia- 2007

Societies

- The American Phytopathological Society – APS
- The Latin American Association of Plant Pathology – ALF
- The Colombian Association of Plant Pathology – ASCOLFI
- Purdue Alumni Association
- The Colombian Association for the Advance of Science – ACAC
- The Colombian Academy of Exact, Physical and Natural Sciences

Boards of Directors

- Member of the National Council of Biotechnology of Colombia, Colciencias 1993-1999.
- Member of the Board of Directors of CORPOICA (Colombian Corporation of Agricultural Research), 1993- 2004
- Member of the Council for selection of projects of INNOVAR (Incubator of Technological Based Enterprises), 1995-2000
- Member of the Council of the Manuel Mejia Educational Foundation, since 1990.
- Liaison Officer of CABI (CAB International) for Colombia, since 1995.
- Member of the Board of Trustees of the National University of Colombia, 1996-1998.
- Member of the Board of Trustees of Universidad Autónoma, Manizales, since 1999.
- Member of the Board of Directors of the National Association for the Advance of the Sciences of Colombia. 2002-2003
- Member of the Scientific Council of the Observatory of Science & Technology of Colombia. 2000-2007
- President of the Board of Trustees of the Universidad de Caldas- Manizales, 2001-2003
- Member of the Council of the National Program of Agriculture Sciences of Colombia – Colciencias, 2002-2004
- Member of the Council of the National Program of Biotechnology of Colombia – Colciencias, 2005-
- Member of the Working Group on environment of the Common Code for the Coffee Community – GTZ-Germany. 2003-2005
- Member of the Technical Committee of the Common Code for the Coffee Community –Germany. 2007-

Publications and Activities.

Author and co-author of more than 50 scientific and miscellaneous articles. Delegate for Colombia at international conferences, and scientific meetings related to agriculture and especially to coffee production and sustainable development, held in more than 20

countries. Invited to present lectures outside CENICAFE in several universities and scientific meetings in Colombia as well as to the Colombian coffee producers in all the coffee producers Departments (States) in Colombia. Director of the *Colombian Coffee Genomics Initiative* started in CENICAFE in 2003 with the goal to study the genomes of coffee, its major insect pest the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and the fungus *Beauveria bassiana*. This project is co-funded by the Colombian Ministry of Agriculture and the Colombian Coffee Growers Federation with the participation of 40 Cenicafé's scientists and the collaboration of scientists from Cornell University, the University of Maryland, the Arizona University, TIGR, and the IRD of France. Scientific Advisor in genomic research projects with the National University of Colombia, the Universidad de Los Andes, Bogotá, the International Physical Center -CIF, CORPOICA and CIB -Medellin.

Selected Publications

1. CADENA, G. G. 1993. Los centros de investigación privados y su papel en la creación y consolidación de los programas de doctorado en ciencias agrícolas. IN Programas doctorales en ciencias agrícolas para Colombia. Vallejo, F.A. y Lopez, Y. (Eds.) Universidad Nacional. Palmira. p. 85-96.
2. MORENO, G; MORENO, E. and CADENA, G.G. 1995. Bean characteristics and cup quality of the Colombia variety (*Coffea arabica*) as judged by international tasting panels. ASIC. Kyoto. 10p
3. CADENA, G.G. 1995. La Investigación Científica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la Productividad de las Plantaciones de Café. Revista Cafetera de Colombia Bogotá. 44:15-55.
4. CADENA, G. G. 1997. Contribuciones de la Revolución Verde al Desarrollo Agrícola. IN Simposio Nacional De la Revolución Verde al Paradigma Agroecológico de los Sistemas de Producción Agrícola. Universidad Nacional, Palmira. Mayo 15-17 de 1997. 15pp.
5. CADENA, G.G. 1997. Modelo Fitosanitario en Café y sus Proyecciones a Otros Cultivos. IN Cuarto foro de Sanidad Vegetal y Primer Seminario Nacional sobre la Gota de la Papa. Universidad Nacional, Medellín, Septiembre 11 y 12 de 1997. 13pp.
6. CADENA, G.G. 1997. Avances Tecnológicos en la Caficultura Colombiana. IN LXI Asamblea de la Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia. Cartagena, 20-22 de Noviembre de 1997. p. 137-1
7. CADENA, G. G. 1998. Comentarios a la ponencia sobre estrategias para crecer la eficiencia de la bioprospección en el bosque tropical: Estudios en Panamá y Papua Nueva Guinea. IN: Valor de la Bioprospección en Colombia. Seminario Internacional. Bogotá Diciembre 4-5 de 1997. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Instituto de Políticas de Desarrollo. P. 199-203.
8. ACUÑA, R.;BASSUNER, R.; BEIUNSON, V.; CORTINA, H.;CADENA-GÓMEZ,G.; MONTES, V.; and NIELSEN, C.N. 1999. Coffee seeds contain 115 storage proteins. *Physiologia Plantarum*. 105:122-131.
9. LUQUE, C.E.; GÓMEZ C.V.M.; REYES, P.A.; RAMIREZ, G.J.; CARVAJAL, de R. M.J.; LONDOÑO, A.C.F y CADENA, G.G. 1999. Hacia un sistema de oportunidades de formación para el trabajo. Una propuesta para Colombia. Misión de Educación Técnica, Tecnológica y Formación Profesional. Cargraphics, S.A., Bogotá. 150p.
10. ROLDAN, L.D.; CADENA,G.G.; ARBELAEZ, G.; RICO, M.G.; WULLNER, P.;AYUSO, E.; y MARTÍNEZ, G. 1999. El perfil y la formación del profesional en ciencias agropecuarias y afines. Un reto para Colombia en los próximos veinte años. Grupo Agrofuturo. Colciencias. Tercer Mundo Editores. Bogotá. 166p.
11. TORRES, E. ; ALVARADO, G.; CADENA, G.; CASTILLO, J.; LEGUIZAMON, J.; and MORENO, G. 2001. Coffee Rust. IN: Encyclopedia of Plant Pathology. John Wiley & Sons. Inc. Vol. 2. p. 234-235.
12. CADENA, G. and BAKER, PS. 2001. Sustainable Coffee. IN: Baker, PS. Ed. Coffee Futures. A Source Book of Some Critical Issues Confronting the Coffee Industry. CABI, FEDERACAFE, USDA, ICO. Chinchiná, Colombia. The Commodities Press. Manizales-Ascot. p. 56-65.
13. ANGEL,C. C. A.; MASANOBU, N. T.; LEGUIZAMON, C. J. E.; CARDENAS, M. R.; CHAVES, C. B.; CADENA, G.G. y BUSTILLO, P. A.E. 2001. Enfermedades y Plagas en Cattleyas. Antecedentes e Investigaciones en Colombia. Editorial Feriva, Cali. 321 p.
14. SALAZAR, Y. M.; BURITICA, C. P. y CADENA, G. G. 2002. Implicaciones de los estudios sobre biodiversidad de los uredinales (royas) en la región cafetera colombiana. *Cenicafé*. 53(3):219-238.
15. GIL, V. L.F.; CASTRO,C. B.L. y CADENA G. G. (Eds.). 2003. Enfermedades del Cafeto en Colombia. Especial Impresores, Medellín. 224 p.
16. CADENA, G.G. 2005. Desarrollos Científicos de Cenicafé en la Última Década. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 29(110): 89-99.
17. CADENA, G.G. 2005. Searching for Expression of Durable Resistance to the Coffee Leaf Rust Disease in Conilon (*Coffea canephora*) Germplasm in the Late 70's. IN. Zambolin, L.; Zambolin, M. E. Eunize y Varzea, V.M.P. (eds). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Universidade Federal de Vicosa. Vicosa, MG. Brasil P. 117-135
18. CADENA, G.G. 2007. Efeito do clima, variedades, tratos agronômicos e colheita na qualidade do café colombiano. IN: Cafes de Qualidade. Aspectos tecnológicos, científicos e comerciais. Instituto Agronomico Campinas, Sp. Brasil. P. 28-49

INTEGRANTES DEL CONSORCIO

Guillermo Canet Brenes, Secretario Ejecutivo, Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura en Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Jamaica. (PROMECAFE)

Educación

Maestría en Gerencia de la Agricultura Sostenible y los Recursos Naturales UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, GUATEMALA. 2001.
Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1971.

Experiencia Laboral

(1971 a 2008)

- Secretario Ejecutivo de IICA/ PROMECAFE.
- Director Ejecutivo del Instituto del Café de Costa Rica

PROMECAFE

El Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), es una red de investigación y cooperación, formado por las instituciones de café de Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá, República Dominicana y Jamaica; además, el IICA y el CATIE. Con 30 años de existencia ha contribuido a mejorar y modernizar la caficultura de estos países, conjugando esfuerzos a nivel regional para un trabajo cooperativo, participativo, y realizando acciones coordinadas dentro de alianzas estratégicas. PROMECAFE, institucionalizó la cooperación técnica recíproca horizontal entre los institutos cafeteros, IICA, y CATIE, por el cual fortalezas tecnológicas pueden ser transferidas entre países.

Para la propuesta que se esta sometiendo a FONTAGRO, PROMECAFE ha contactado para colaboración directa en este proyecto por ser países miembros de PROMECAFE y del FONTAGRO::

Instituto Hondureño del Café- IHCAFE
Honduras
Ministerio de Desarrollo Agropecuario- MIDA
Panamá
Consejo Dominicano del Café- CODOCAFE
República Dominicana

CENICAFE hizo directamente los contactos con ICAFE en Costa Rica que igualmente es país miembro del FONTAGRO y de PROMECAFE.

LOGROS de PROMECAFE:

Los resultados del Programa responden a necesidades tecnológicas prioritarias de sus socios. Los productos están documentados y valorados positivamente en evaluaciones externas realizadas desde 1984.

- Dominio tecnológico para hacer frente a las amenazas sanitarias: la roya de la hoja, la broca del fruto y los nematodos de la raíz.
- Introducción y desarrollo de la biotecnología aplicada al mejoramiento genético del café.
- Se han creado nuevas variedades de café de alta producción y calidad que son ampliamente utilizados por caficultores de la región con significativos incrementos de producción.
- Mejoramiento genético, buscando resistencia natural, en variedades cultivadas y en introducciones silvestres de África, a fin de lograr materiales resistentes a enfermedades comunes y a otras ahora exóticas (antracnosis del fruto).
- Por efecto de la tecnología desarrollada en el manejo de plagas del café, la disminución del uso de pesticidas de alto riesgo para la biodiversidad y la salud pública, ha sido importante, con una considerable disminución del costo de combate.
- Desarrollo del control biológico de la broca; con la introducción y multiplicación de parasitoides africanos y el desarrollo de hongos entomopatógenos; así también la creación y desarrollo de trampas y atrayentes de captura; con lo cual el manejo integrado es práctica común entre caficultores.
- Caracterización de nematodos parasíticos del café y la creación de la variedad Nemaya que ofrece resistencia a estos.
- Desarrollo de sistemas agroforestales con café para la producción sostenible.
- Reconversión del beneficiado del café para ahorro de agua, mejoramiento de la calidad y reducción de la contaminación ambiental.
- Fortalecimiento de los recursos humanos en la región, reflejado con un fortalecimiento científico y tecnológico, en varios niveles y especialidades, del personal de los institutos cafeteros miembros.
- Valorización de cafés especiales y programas de calidad del café vinculado con su origen.

Ronald Peter SeEVERS, Director Ejecutivo, Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE)

Educación

Universidad de Purdue, Indiana, EEUU
Ingeniero Industrial, (1966-1971)
Colegio de Ingenieros y Arquitectos II 1343.

Experiencia Profesional

1971- 2007 Compañía Cafetalera Sarchí, S.A.
Gerente
1973- 1997 Compañía Costarricense del Café, S.A.
Director
1973- 1997 Cámara Nacional de Cafetaleros,
Presidente
1979- 1997 Peters, S.A.

1984-2007	Vicepresidente Grupo Financiero Cuscatlán de Costa Rica, Director
1982- 1986	
1998- 2002	Instituto del Café de Costa Rica
2005- 2007	Director Junta Directiva
2007	Instituto del Café de Costa Rica Director Ejecutivo

Descripción Actividades del Centro de Investigaciones en Café (CICAFE)

El Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), fue inaugurado en 1977 para la creación y divulgación de tecnologías cafetaleras, en diferentes especialidades de la producción e industrialización del café. Su participación ha jugado papel protagónico en el desarrollo y generación de nuevas tecnologías para el sector cafetalero costarricense, mediante la optimización de los factores productivos e industriales, en función de objetivos de competitividad para el sector y en el entorno de un manejo sostenible de la actividad. CICAFE mantiene su actividad de investigación por medio del funcionamiento de cuatro áreas de especialización agronómica: Programa de Nutrición Mineral, Programa de Mejoramiento Genético, Programa de Entomología y Programa de Fitopatología. En el área de Industrialización desarrolla proyectos de investigación, realiza control de calidad y brinda capacitación para el sector. Cuenta con un Laboratorio Químico que da soporte a las investigaciones y brinda servicios para la realización de determinaciones analíticas de muy diversa naturaleza. La Transferencia de Tecnología se realiza a través de seis Oficinas Regionales ubicadas en las principales zonas cafetaleras del país. Por medio de estas Regionales adscritas al CICAFE, se brinda asesoramiento técnico a los productores y diversos servicios para el sector cafetalero de cada región.

Andreas Ebert, PhD, Coordinador Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Education

PhD	Horticulture (Dr. sc. Agr.) with distinction (magna cum laude) University of Hohenheim, Stuttgart, Germany 1977-1980
BS	Diploma degree in Agricultural Science (Diplom-Agraringenieur) University of Hohenheim, Stuttgart, Germany 1971-1976

Professional Experience

2002-	Plant Genetic Resources (PGR) Specialist, Team Leader of Interdisciplinary PGR research group Professor at the Post graduate School of CATIE in Turrialba, Costa Rica
2000-2002	Consultant, Malawi. China project "Sino-German forestry co-operation Hainan: rehabilitation and protection of tropical forests, Hainan Island, China.
1980-2000	Leader Development Projects for the German Agency for Technical Cooperation (GTZ), GMBH, ACCRA in Ghana (1996-2000): Project "Promotion of seed production and marketing in West Africa"; Philippines (1989-1996): project "Philippine-German Coconut tissue culture project"; in Argentina (1988) project officer in Plant Production; in Brazil (1981-1987) second expert in a Brazilian-German fruit project (Santa Caterina, Brazil).

Societies

Int. Society for Horticultural Science (ISHS) since 1980
Commission on Biotechnology & Molecular Biology, Plant Genetic Resources
American Society for Horticultural Sciences (ASHS) since 1982

Experience relevant to this project

Cooperation with CGIAR centers such as CIAT, CIMMYT, IITA, and Bioversity International as well as with FAO. Coordination of research, education and outreach activities of the interdisciplinary thematic group Management and Sustainable Use of Plant Genetic Resources. Supporting CATIE's programs aiming at the development of high quality germplasm, including material with increased pest/disease resistance through the use of conventional breeding and biotechnology tools. Provision of scientific backstopping for the germplasm collections and Botanical Gardens at CATIE and strengthening linkages between CATIE's genebank and other regional and global centers and repositories of PGR. Fostering germplasm distribution from CATIE's genebank to its mandate region and beyond, according to international standards. Implementation of a MSc course on the conservation and use of PGR and supervision of postgraduate students at CATIE's MS and PhD programmes. Organization and implementation of international training courses on the conservation and use of agrobiodiversity, including relevant international laws and policies concerning access and benefit-sharing (July 2006) and genebank documentation (Oct. 2007). Author and co-author of numerous publications (books, chapters in books, training guides, brochures, articles in journals with editorial board and proceedings of international and national conferences.

Publications (relevant to this project)

- Vega, F. E., Ebert, A. W., and R. Ming. 2008. Chapter 9. Coffee Germplasm Resources, Genomics and Breeding. In *Plant Breeding Reviews*, v. 30: 415-447.
- Ebert, A. W., C. Astorga, I. C. M. Ebert, A. Mora, and C. Umaña, 2007. Securing the future: CATIE's germplasm collections-asegurando nuestro futuro: Colecciones de germoplasma del CATIE. CATIE Technical series, boletín técnico N. 26, 204 p.
- Ebert, A. W., J. L. Karihaloo, M. E. Ferreira. 2006. IX. Opportunities, limitations and needs for DNA banks. In de Vicente, M. C. & Andersson, M. S. (eds), 2006. DNA banks- providing novel options for genebanks? *Topical Reviews in Agricultural Biodiversity*. IPGRI, Rome, Italy, pp 61-68.
- Ebert, A. W. 2006. Memoria Seminario/Taller "Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos relacionados con la alimentación y la agricultura. Guatemala, 29-30 May 2006. Guatemala 42 p.

CATIE

El CATIE es una institución internacional de investigación y enseñanza de posgrado en materia de ciencias agropecuarias, recursos naturales y de aspectos ambientales relacionados con ambos temas. Su misión es contribuir a la reducción de la pobreza rural en el trópico Latinoamericano, promoviendo la agricultura y manejo de recursos naturales competitivos y sostenibles, a través de la educación superior, investigación y cooperación técnica. Para ello, el compromiso del Centro es obtener impacto verificable y sustantivo sobre el crecimiento económico y el desarrollo social de sus Países Miembros así como en la conservación de sus recursos naturales y del ambiente.

El CATIE fue creado en 1973 como institución regional, asociada al IICA, pero autónoma. Las dos grandes fortalezas que tiene este centro regional son: a) la estrecha cooperación con instituciones y organizaciones nacionales, regionales e internacionales del ámbito público, privado, no gubernamental y académico en los Países Miembros (México, **República Dominicana**, Guatemala, **Honduras**, El Salvador, Belice, **Nicaragua**, **Costa Rica**, **Panamá**, **Venezuela**, **Colombia**, Bolivia y **Paraguay**) y otros miembros adherentes [en negrilla los países que participaran en esta propuesta miembros del FONTAGRO] y b) la calidad de sus servicios, basada en la íntima integración de las tres actividades básicas del Centro que son la investigación, la enseñanza y la proyección externa, todas ellas dirigidas hacia el desarrollo humano y la conservación de los recursos naturales. El Consejo Superior que dirige al CATIE está constituido por los Ministros de Agricultura o Ambiente de los Países Miembros. A su vez, la Junta Interamericana de Agricultura (JIA) actúa como asamblea del Centro. Con un personal total cercano a los 500 funcionarios y un presupuesto global de unos US\$20 millones, este Centro ocupa un sitio relevante a nivel de cooperación hemisférica en Latinoamericana.

Actividades que el CATIE realiza en café

El equipo de profesionales interdisciplinarios que integra los grupos temáticos de Recursos Fitogenéticos y de Café en el CATIE, busca reforzar las capacidades de los actores del sector cafetalero para producir café ecológico y de calidad, y comercializar este producto en los mercados internacionales. Nuestros aliados son las organizaciones de productores(as) en los países, las empresas comerciales, los institutos de café y su Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y la Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), así como el Centro Regional para el Desarrollo Tecnológico (parte del CIRAD-Francia). Esperamos contribuir con las familias productoras de café para que puedan aumentar sus ingresos y al mismo tiempo conservar el medio ambiente de sus comunidades.

Objetivos de investigación:

- 1) Conservar la base genética del café, caracterizar y evaluar el germoplasma, crear y validar nuevas variedades e híbridos que tienen mayor calidad y resistencia a enfermedades y plagas.
- 2) Contribuir al conocimiento científico sobre los procesos que afectan la sostenibilidad de la caficultura con el desarrollo de nuevos modelos biofísicos y ensayos a largo plazo.
- 3) Desarrollo de una base tecnológica para una caficultura orgánica o ecológica más productiva.
- 4) Desarrollar Sistemas de Información Geográfica sobre los cambios en la distribución del café y el mapeo de sus calidades.
- 5) Valorar los servicios ambientales de conservación de biodiversidad, agua y suelo, y secuestro de carbono brindados por las fincas cafetaleras agroforestales

Philippe Lashermes, PhD, Chair Steering Committee, International Coffee Genomics Network (ICGN)

EDUCATION

- Habilitation à Diriger les Recherches (HDR), Life Sciences, University of Paris Sud-Orsay (1999)
- Doctorat d'Université (Ph. D), Genetics and Plant breeding, INRA/University of Clermont-Ferrand II (1987)
- Attestation d'Etudes Approfondies (AEA), Development and Plant Improvement, University of Paris Sud-Orsay (1984).

Professional experience

- Director of Research (January 2002-present), IRD Living Resources department/“Resistance des plantes aux Bio-agresseurs” (IRD, Montpellier) Unit. Head of the CIRAD-IRD joint research team on “Plant diversity and improvement” (<http://www.mpl.ird.fr/umr-rpb/IDIVA/index.html>)
- Chargé de Recherche” (1992-2001), IRD (Institut de recherche pour le développement) Station de génétique du caféiers, Man, Ivory Coast (1992-1993) and Laboratoire GeneTrop, Montpellier, France (1993-2001).
- Senior Research Scientist (1988-1991) , Biotechnology Laboratory, ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas), Aleppo, Syria.
- Doctoral Research Associate (1984-1987), Plant breeding station, Institut National de Recherche Agronomique, Clermont-Ferrand, France.

Research Focus / expertise

- Molecular and classical genetics, genome and gene evolution, plant disease resistance, wild introgression, utilization of genetic resources for crop improvement.
- Member of several national (BRG, ANR) and institutional scientific/evaluation committees.
- Co-ordinator of numerous research projects including international projects funded by the European community focussing on the improved use of plant genetic resources in coffee (contract numbers ERBIC18CT970181 and ICA4-CT-2001-10070).
- Chair of the Steering committee of the International Coffee Genome Network (ICGN; www.coffeegenome.org)

Philippe Lashermes is Director of Research in the Living Resources Department of the Institut de Recherche pour le Développement IRD, a French public science and technology research institute. Its career started in 1984 at the Institut National de Recherche Agronomique (INRA, France). After he received his PhD in Plant Genetics from the University of Clermont-Ferrand (1987), he served from 1988 to 1991 as Research Scientist at ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Syria). Since 1992, he has been working with the Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Scientific editor of the journal «Tropical Plant Biology» (Springer, New York), his scientific expertise includes population genetics, molecular evolution, comparative genomics and plant breeding. He is co-author of more than 70 papers published in international journals and books. He has also been co-ordinator of numerous research projects including 2 international projects (INCO ERBIC18CT970181 and ICA4-CT-2001-10070) funded by the European community focussing on the analysis and improved use of plant genetic resources. At present, he is Chair of the Steering Committee of the “International Coffee Genome Network “. In particular, he is coordinating with CENICAFE working group 3 with the goal to develop a cost efficient strategy to sequence the coffee genome on behalf of ICGN."

Thesis Major Advisor (last 5 years) :

- Ribas A., 2007-2010, UM-2/SIBAGHE, Development of efficient tools for functional analysis of coffee genes: Application to the genetic analysis of a complex locus of resistance against coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*).
- Alpizar E., 2004-2006, ENSA-M/ED167, Etude de la résistance de *Coffea arabica* conférée par le gène *Mex-1* et mise au point des outils pour son analyse fonctionnelle.
- Mahé L., 2003-2007, ENSA-M/ED167, Contribution à l'amélioration génétique de la résistance des caféiers à la rouille (*Hemileia vastatrix*) : De l'étude des hybrides interspécifiques naturels de Nouvelle-Calédonie à la cartographie d'un locus de résistance.
- Gichuru E., 2003-2006, University of Nairobi (Kenya), Etude génétique et moléculaire d'une source de résistance à l'antracnose des baies chez le caféier (*Coffea arabica*) (Collaboration avec le CRF, Kenya).
- Herrera-Pinilla JC, 1999-2003, ENSA-M/ED167, " Amélioration génétique de *Coffea arabica*: Maîtrise de son introgression par l'espèce diploïde *C. canephora*"; Publication 01-7.
- Noir S, 1999-2002, Université Montpellier II/ED167, Diversité des gènes de résistance au sein du génome des caféiers (*Coffea* L.) – Analyse génétique de la résistance au nématode à galles, *Meloidogyne exigua*, chez *C. arabica*. Publication 01-2.
- Diniz L, 2000-2003, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Brésil ; Organisation génomique et évolution des gènes de résistance chez les caféiers.

SELECTED ARTICLES IN RELATION TO COFFEE RESEARCH (last four years)

- Alpizar E., Dechamp E., Lapeyre F., Guilhaumon C, Bertrand B, Jourdan C, **Lashermes P**, Etienne H., 2008. *Agrobacterium rhizogenes*-transformed roots of coffee: conditions for long-term proliferation, morphological and molecular characterization. *Annals of Botany*, 101: 929-940.
- Bertrand B., Villarreal D., Laffargue A., Posada H., Lashermes P., Dussert S. (2008). Comparison of the Effectiveness of Fatty Acids, Chlorogenic Acids, and Elements for the Chemometric Discrimination of Coffee (*Coffea arabica* L.) Varieties and Growing Origins. *J. Agric. Food Chem.* 56(6); 2273-2280. (COLLABORATIVE PROJECT WITH CENICAFE)**
- Etienne H, **Lashermes P**, Menéndez-Yuffá A, De Guglielmo-Crôquer Z, Alpizar E, Sreenath HL (2008) Coffee In: Kole C, Hall TC (eds) A Compendium of Transgenic Crop Plants. Volume 8: Plantation Crops, Ornamentals and Turf Grasses. Blackwell Publishing, Oxford, UK, In Press
- Gichuru E.K., Agwanda C.O., Combes M.C., Mutitu E.W., Ngugi E.C.K., Bertrand B., **Lashermes P. (2008)**. Identification of molecular markers linked to a gene conferring resistance to coffee berry disease (*Colletotrichum kahawae*) in *Coffea arabica* L.. *Plant Pathology* (doi: 10.1111/j.1365-3059.2008.01846.x)
- Lashermes P**, Andrade AC, Etienne H (2008). Genomics of Coffee, One of the World's Largest Traded Commodities. In "Genomics of Tropical crop plants" PH Moore and R. Ming (Eds), Springer, pp 203-226
- Lashermes P**, Bertrand B, Etienne H (2008). Breeding Coffee (*Coffea arabica*) for sustainable production. In "Breeding Tropical Tree Crops" SM Jain and P. Priyadarshan (Eds), Springer, sous presse;
- Mahé L., Combes M.C., Varzea V.M.P. Guilhaumon C., **Lashermes P.** (2008) Development of sequence characterized DNA markers linked to leaf rust (*Hemileia vastatrix*) resistance in coffee (*Coffea arabica* L.). *Molecular breeding* 21: 105-113.
- Posada H., Ferrand M., Davrieux F., Lashermes P., Bertrand B. 2008. Stability across environments of the coffee variety Near Infrared Spectral Signature. *Heredity*, in press. (COLLABORATIVE PROJECT WITH CENICAFE)**
- Herrera J.C., D'Hont A., Lashermes P. (2007). Use of fluorescent *in situ* hybridization as a tool for introgression analysis and chromosome identification in coffee (*Coffea arabica* L.). *Genome* 50:619-626. (COLLABORATIVE PROJECT WITH CENICAFE)**
- Lashermes P**, Anthony F (2007). Coffee. In: Kole C (ed) *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*. Vol. 6: Technical Crops. Springer-verlag, Berlin, Heidelberg, pp 109-116
- Mahé L., Combes M.C., **Lashermes P.** (2007) Comparison between a coffee single copy chromosomal region and *Arabidopsis* duplicated counterparts evidenced high level synteny between the coffee genome and the ancestral *Arabidopsis* genome. *Plant Mol Biol* 64:699-711.
- Mahé L., Le Pierrès D., Combes M.C., **Lashermes P.** (2007) Introgressive hybridization between the allotetraploid *Coffea arabica* and one of its diploid ancestors, *Coffea canephora*, in an exceptional sympatric zone in New Caledonia. *Genome* 50(3):316-324.
- Mahé L., Varzea V.M.P. Le Pierrès D., Combes M.C., **Lashermes P.** (2007) A new source of resistance against coffee leaf rust from New-Caledonian natural interspecific hybrids between *Coffea arabica* and *C. canephora*. *Plant breeding* 126: 638-641.
- Alpizar E., Dechamp E., Espeout S., Royer M., Lecouls A.C., Nicole M., Bertrand B., **Lashermes P**, Etienne H., 2006. Efficient production of *Agrobacterium rhizogenes*-transformed roots and composite plants for studying gene expression in coffee roots.

Plant Cell reports, 25 :959-967.

- Bertrand B, Etienne H, **Lashermes P**, Guyot B, Davrieux F, 2005. Can near infrared reflectance of green coffee be used to detect introgression in *Coffea arabica* cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 955-962.
- Diniz L., Sakiyama N., **Lashermes P.**, Caixeta E., Oliveira A., Zambolim E., Loureiro M., Pereira A., and L. Zambolim (2005). Analysis of AFLP markers associated to the *Mex-1* resistance locus in Icatu progenies. Crop Breeding and Applied Biotechnology 5:387-393.
- Leroy T., Marraccini P., Dufour M., Montagnon C., **Lashermes P.**, Sabau X., Ferreira L.P., Jourdan I., Pot D., Andrade A.C., Glaszmann J.C., Vieira L.G.E., Piffanelli P., 2005. Construction and characterization of a *Coffea canephora* BAC library to study the organization of sucrose biosynthesis genes. Theor. Appl. Genet. 111: 1032-1041.
- Prakash NS, Combes MC, Dussert S, Somanna N, **Lashermes P**, 2005. Analysis of genetic diversity in Indian robusta coffee genepool (*Coffea canephora*) in comparison with a representative core collection using SSRs and AFLPs. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 333-343.
- Herrera JC, Combes MC, Cortina H, Lashermes P, 2004. Factors regulating gene introgression into the allotetraploid *Coffea arabica* L. from its diploid relatives. Genome, 47: 1053-1060 (COLLABORATIVE PROJECT WITH CENICAFE)**
- Noir S, Patheyron S, Combes MC, **Lashermes P**, Chalhoub B, 2004. Construction and characterisation of a BAC library for genome analysis of the allotetraploid coffee species (*Coffea arabica* L.). Theor. Appl. Genet. 109 : 225-230.
- Prakash NS, D.V. Marques DV, Varzea VMP, Silva MC, Combes MC, **Lashermes P**, 2004. Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *Coffea arabica* L. Theor. Appl. Genet. 109: 1311 – 1317.

Steven Salzberg, PhD, Director Center for Bioinformatics and Computational Biology, University of Maryland

Education

PhD	Computer Science, Harvard University, Cambridge, MA, 1989
MPhil	Computer Science, Yale University, 1984
MS	Computer Science, Yale University, 1982
BA cum laude	English. Yale University, New Haven, CT, 1980

Professional Experience

2005-present	Director, Center for Bioinformatics and Computational Biology, University of Maryland.
2005-present	Horvitz Professor, Department of Computer Science, University of Maryland
1998-2005	Senior Director of Bioinformatics, The Institute for Genomic Research (TIGR). Investigator, 1997-2005.
1989-2006	Research Professor (1999-2006), Associate Professor (1996-1999), Assistant Professor (1989-1996), Department of Computer Science, Johns Hopkins University. Joint appointment as Research Professor (2000-2006) in the Department of Biology, School of Arts and Sciences.
1988-1989	Associate in Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University. and consultant to Ford Motor Co. of Europe (London and Köln) and to N.V. Bekaert (Kortrijk, Belgium).
1985-1987	Research Scientist and Senior Knowledge Engineer, Applied Expert Systems, Inc., Cambridge, MA.

Awards, honors, and editorial boards

- Fellow, American Association for the Advancement of Science
- Member, Board of Scientific Counselors, National Center for Biotechnology Information, NIH, 2003-2008
- NIAID Blue Ribbon Panel on Bioterrorism and its Implications for Biomedical Research, October 2002
- Ranked 2nd (tied) among scientists for “The Hottest Research of 1999-2000,” based on number of highly-cited papers, as reported by the Institute for Scientific Information.
- NIH Career Award, 1996-1998
- Editorial Board member or Associate Editor for: *BMC Biology*, *J. Computational Biology*, *BMC Genomics*, *BMC Bioinformatics*, *PLoS ONE*, *Applied Bioinformatics*, and *Evolutionary Bioinformatics Online*. Past Editorial Board member: *Bioinformatics*, *Gene*, *Artificial Intelligence Review*, *Pattern Analysis and Applications*

Selected peer-review publications (out of >160)

1. S.L. Salzberg, ..., [33 co-authors], A.J. Bogdanove. Genome sequence and rapid evolution of the rice pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* PXO99A. *BMC Genomics* 2008, 9:204.
2. R. Ming, ..., [9 co-authors], S.L. Salzberg, *et al.* The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). *Nature* 452 (2008), 991-996.
3. M. Pop and S.L. Salzberg. Bioinformatics challenges of new sequencing technology. *Trends in Genetics* 24:3 (2008), 142-149.
4. B.J. Haas, S.L. Salzberg, W. Zhu, M. Pertea, J.E. Allen, J. Orvis, O. White, C.R. Buell, and J.R. Wortman. Automated eukaryotic gene structure annotation using EVIDENCEModeler and the Program to Assemble Spliced Alignments. *Genome Biology* (2008), 9:R7 (<http://genomebiology.com/2008/9/1/R7>).
5. S.L. Salzberg, C. Kingsford, ..., [20 co--authors], and I. Capua. Genome analysis links recent European and African H5N1 influenza viruses. *Emerging Infectious Diseases* 13:5 (2007).
6. C. Kingsford, A.L. Delcher, and S.L. Salzberg. A unified model explaining the offsets of overlapping and near-overlapping prokaryotic genes. *Molecular Biology and Evolution*, 24:9 (2007), 2091-2098.

7. E. Ghedin, [20 co-authors], S.L. Salzberg, *et al.* Draft Genome of the Filarial Nematode Parasite *Brugia malayi*. *Science* 317:5845 (2007), 1756-60.
8. A.M. Phillippy, J.A. Mason, K. Ayanbule, D.D. Sommer, E. Taviani, A. Huq, R.R. Colwell, I.T. Knight, and S.L. Salzberg. Comprehensive DNA signature discovery and validation. *PLoS Computational Biology* 3:5 (2007), e98.
9. A.L. Delcher, K.A. Bratke, E.C. Powers, and S.L. Salzberg. Identifying bacterial genes and endosymbiont DNA with Glimmer. *Bioinformatics* 23:6 (2007), 673-679.
10. S.L. Salzberg. Genome re-annotation: a wiki solution? *Genome Biology* 2007, 8:102. Highly accessed.
11. D.D. Sommer, A.L. Delcher, S.L. Salzberg, and M. Pop. Minimus: A fast, lightweight genome assembler. *BMC Bioinformatics* (2007), 8:64.
12. J.M. Carlton *et al.* Draft Genome Sequence of the Sexually Transmitted Pathogen *Trichomonas vaginalis*. *Science* 315 (2007), 207-212.
13. C.L. Kingsford, K. Ayanbule, and S.L. Salzberg. Rapid, accurate computational discovery of rho-independent transcription terminators illuminates their relationship to DNA uptake. *Genome Biology* (2007), 8:R22.
14. M.C. Schatz, A.M. Phillippy, B. Shneiderman, and S.L. Salzberg. Interactive visual analytic tools for genome assembly. *Genome Biology* (2007), 8:R34.
15. J.E. Allen, W.M. Majoros, M. Pertea, and S.L. Salzberg. JIGSAW, GeneZilla, and GlimmerHMM: puzzling out the features of human genes in the ENCODE regions. *Genome Biology* 7 (2006). Suppl 1:S9.
16. J.E. Allen and S.L. Salzberg. A phylogenetic generalized hidden Markov model for predicting alternatively spliced exons. *Algorithms for Molecular Biology* 1:14 (2006). Highly accessed.
17. J.A. Eisen *et al.* Macronuclear genome sequence of the ciliate *Tetrahymena thermophila*, a model eukaryote. *PLoS Biology* 4:9 (2006), e286.
18. E. Ghedin, N.A. Sengamalay, M. Shumway, ..., [14 authors], J.K. Taubenberger, and S.L. Salzberg. Large-scale sequencing of human influenza reveals the dynamic nature of viral genome evolution. *Nature* 437 (2005), 1162-1166.
19. S.L. Salzberg and J.A. Yorke. Beware of mis-assembled genomes. *Bioinformatics* 21:24 (2005), 4320-21.
20. W.C. Nierman *et al.* Genomic sequence of the pathogenic and allergenic filamentous fungus *Aspergillus fumigatus*. *Nature* 438 (2005), 1151-1156.
21. E.C. Holmes, E. Ghedin, N. Miller, J. Taylor, Y. Bao, K. St. George, B.T. Grenfell, S.L. Salzberg, C.M. Fraser, D.J. Lipman, and J.K. Taubenberger. Whole-genome analysis of human influenza A virus reveals multiple persistent lineages and reassortment among recent H3N2 viruses. *PLoS Biology* 3:9 (2005), e300.
22. S.L. Salzberg, J.C. Dunning Hotopp, A.L. Delcher, M. Pop, D.R. Smith, M.B. Eisen, and W.C. Nelson. Serendipitous discovery of *Wolbachia* genomes in multiple *Drosophila* species. *Genome Biology* (2005), 6:R23.
23. N.M. El-Sayed *et al.*. Comparative genomics of trypanosomatid parasitic protozoa. *Science* 309:5733 (2005), 404-409.
24. N.M. El-Sayed *et al.*. The genome sequence of *Trypanosoma cruzi*, etiologic agent of Chagas disease. *Science* 309:5733 (2005), 409-415.
25. M.J. Gardner *et al.*. Genome sequence of *Theileria parva*, a bovine pathogen that transforms lymphocytes. *Science*, 309:5731 (2005), 134-137.
26. J.E. Allen and S.L. Salzberg. JIGSAW: integration of multiple sources of evidence for gene prediction. *Bioinformatics* 21:18 (2005), 3596-3603.
27. W.H. Majoros, M. Pertea, and S.L. Salzberg. Efficient implementation of a generalized pair hidden Markov model for comparative gene finding. *Bioinformatics* 21 (2005), 1782-88.
28. S.L. Salzberg, D. Church, M. DiCuccio, E. Yaschenko, and J. Ostell. The Genome Assembly Archive: a new public resource. *PLoS Biology* 9:2 (2004), 1273-1275.
29. W.H. Majoros, M. Pertea, A.L. Delcher, and S.L. Salzberg. Efficient decoding algorithms for generalized hidden Markov model gene finders. *BMC Bioinformatics* (2005), 6:16.
30. T.R. Slezak and S.L. Salzberg. Bioinformatics methods for microbial detection and forensic diagnostic design. In *Microbial Forensics* (R.G. Breeze, B. Budowle, S.E. Schutzer, Eds.). New York: Academic Press, 2005, 313-353.
31. W.H. Majoros and S.L. Salzberg. An empirical analysis of training protocols for probabilistic gene finders. *BMC Bioinformatics* (2004) 5, 206.
32. B.J. Haas, A.L. Delcher, J.R. Wortman, and S.L. Salzberg. DAGChainer: A tool for mining segmental genome duplications and synteny. *Bioinformatics* 20:18 (2004), 3643-6.
33. M. Pop, A. Phillippy, A.L. Delcher, and S.L. Salzberg. Comparative genome assembly. *Briefings in Bioinformatics* 5:3 (2004), 237-248.
34. P. Gajer, M. Schatz, and S.L. Salzberg. Automated correction of genome sequence errors. *Nucleic Acids Research*, 32:2 (2004), 562-569.
35. S. Kurtz, A. Phillippy, A.L. Delcher, M. Smoot, M. Shumway, C. Antonescu, and S.L. Salzberg. Versatile and Open Software for Comparing Large Genomes. *Genome Biology* (2004), 5:R12.
36. S.L. Salzberg. Yeast rises again. *Nature* 423 (2003), 233-234.
37. T.D. Read, S.L. Salzberg, M. Pop, *et al.* Comparative genome sequencing for discovery of novel polymorphisms in *Bacillus anthracis*. *Science* 296 (2002), 2028-2033.
38. S.L. Salzberg, O. White, J. Peterson, and J.A. Eisen. Microbial genes in the human genome: lateral transfer or gene loss? *Science* 292 (2001), 1903-1906.

Rod Wing, PhD, Director Arizona Genomics Institute AGI, University of Arizona

The Arizona Genomics Institute (AGI) (<http://genome.arizona.edu/agi/>) was formed in May 2002 when Rod Wing joined U. Arizona. The primary focus of AGI is in the area of structural, evolutionary and functional genomics of crop plants. AGI is divided into 5 Centers: BAC library construction Center, BAC/EST Resource Center, Sequencing and Physical mapping Center, Bioinformatics Center, and Evolutionary and Functional Genomics Center. The Center has participated in major sequencing efforts funded by the US National Science Foundation (NSF) for the sequencing of the rice and maize genomes. For list of publications see (<http://ag.arizona.edu/pls/faculty/wing.htm>).

Marcela Yepes, PhD and Herb Aldwinckle, PhD at Cornell University, son coordinadores con el Dr. Gabel Cadena del proyecto Colombian Coffee Genomics Initiative cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

[http://www.cenicafe.org/modules.php?name=Genoma del Cafe&lite=0](http://www.cenicafe.org/modules.php?name=Genoma_del_Cafe&lite=0)

Cornell University ha trabajado en forma colaborativa con la Federación Nacional de Cafeteros y CENICAFE por los últimos 17 años. El primer proyecto colaborativo con Cornell se inició en 1991 con el objetivo de formar un grupo interdisciplinario de 5 investigadores de CENICAFE a nivel de doctorado y posdoctorado con experiencia en mejoramiento genético, fitopatología, entomología y biología molecular. Este proyecto permitió en el 2003 contar con los recursos humanos necesarios para iniciar la Iniciativa del Genoma del Café, enfocada a estudios del genoma del café, la broca y *B. bassiana*. Dicho proyecto ha sido cofinanciado desde hace 5 años por el Ministerio de Agricultura y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. El proyecto ha sido desarrollado en CENICAFE en colaboración con Cornell, U. Arizona, U. Maryland y el IRD. En el 2006 a través de Cornell se logró conseguir financiación del US National Science Foundation (NSF) para trabajar con the Institute for Genomic Research (TIGR) en el desarrollo del pipeline para EST analysis y en el entrenamiento en bioinformática de 4 científicos de CENICAFE. Un workshop en Bioinformática fué ofrecido en CENICAFE como parte de ese proyecto con participación de otros grupos trabajando en genómica de papa y de caña de azúcar en Colombia y participación de estudiantes de varias Universidades para contribuir a la capacitación científica agrícola de avanzada en el país (<http://bioinformatics.cenicafe.org/workshop/index.html>).

La estrategia para la Iniciativa del estudio del genoma del café que se está realizando en CENICAFE incluye el análisis estructural y funcional del genoma del café enfocado hacia la identificación futura de genes de interés para Colombia, e.g. genes de resistencia a plagas y enfermedades importantes del café, así como genes para el mejoramiento de características como calidad y producción.

Los logros más destacados de este proyecto en los últimos 5 años incluyen:

1. La construcción del mapa genético del café *Coffea arabica* usando marcadores microsatélites.
2. La construcción del mapa interespecífico de la población *C. eugenioides* x *C. liberica* usando marcadores microsatélites. Una de las especies diploides de este cruce (*C. eugenioides*) es el ancestro maternal de *C. arabica*.
3. Desarrollo de más de 2.000 microsatélites o single sequence repeats (SSRs) que serán muy valiosos para estudios de diversidad de germoplasma y por ser 'anchored' y co-dominantes pueden ser intercambiados a nivel de otras poblaciones de mapeo para estudios comparativos.
4. La construcción de la librería BAC de largo inserto de *Coffea arabica*, su fingerprinting y la secuenciación de terminales (BES). La librería está compuesta de 114,816 clones que han sido BAC end sequenced para generar 144 Mb of sequence (114,816 clones x 630 bp per BAC end x 2 ends). Marcadores para mapeo (SSRs) han sido derivados de estas secuencias (BES).
5. El desarrollo de varias librerías cDNA de café (>26 representando diferentes tejidos: hojas, raíz, flores, frutos, etc.) y su secuenciación para generación de ~100,000 expressed sequenced tags (ESTs) representando el transcriptoma del café con 35.000 unigenes.
6. La generación de un microarreglo de café (~35 K ESTs) para estudios funcionales genómicos.
7. La creación de un pipeline en CENICAFE para análisis de ESTs by BESs.

La estrategia del proyecto del genoma del café que desarrolla CENICAFE fue diseñada y estructurada en Cornell con Susan McCouch (<http://www.plbrgen.cals.cornell.edu/people/profiles/mccouchsusan.cfm>) quien desde 1995 ha entrenado en su laboratorio 5 científicos de CENICAFE (2 a nivel de doctorado, 2 a nivel de posdoctorado y un entrenamiento corto de un estudiante de doctorado). Susan en colaboración con Carlos Bustamante (<http://bustamantelab.cb.bscb.cornell.edu/associationMapping.php>) participarán en la propuesta a FONTAGRO con el entrenamiento de un estudiante de doctorado de CENICAFE en Cornell para el desarrollo y adaptación de herramientas genómicas para caracterización de germoplasma en *Coffea*.

Cornell tiene hoy en día la base de datos para genómica comparativa pública más grande del mundo manejada a través del "Theory Center" y del "Centro de Bioinformática y Genómica Comparativa" financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que incluye las bases de datos para cereales (arroz, trigo, maíz, etc.), Solanaceae (tomates, papa, etc.) y *Arabidopsis*. Con financiación apropiada durante los cinco años de la propuesta, será posible desarrollar una base de datos en *Coffea* que sirva para la localización de genes candidatos que permitan su utilización para mejorar y producir nuevas variedades con resistencia durable a plagas y enfermedades, y más productivas al igual que variedades de calidad mejorada que permitan reducir los costos de producción para mantener competitivo el mercado de café de alta calidad a nivel mundial.

Tareas a realizar por Institución

CENICAFE (Colombia)

Tipo de entidad: Entidad investigadora

Responsabilidades:

- Desarrollo del proyecto a través del entrenamiento de 4 científicos a nivel de doctorado para la implementación futura de la tecnología en programas de mejoramiento. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia/ MinAgricultura co-financiarán los costos de los entrenamientos en las diferentes Universidades del Consorcio (Cornell/ Arizona/ Maryland/ IRD). Dedicación de los estudiantes al desarrollo del proyecto 100%.
- Proporcionar el material vegetal para estudios de germoplasma y los marcadores moleculares para anchoring del mapa físico.

- Realizar estudios citológicos (FISH/GISH) *in house* relevantes a localización física y mapeo de regiones del genoma de interés para adaptación a cambio climático.
- Continuar mapeo de marcadores de interés para saturación del mapa genético molecular de las poblaciones tetraploide y diploide.
- Seleccionar BACs de interés de la librería BAC de *C. arabica* para secuenciación con tecnologías de secuenciación nuevas y anotación con énfasis en características de interés para el programa de mejoramiento y características asociadas con adaptación a cambio climático.
- Proporcionar DNA, RNA y proteínas para estudios de construcción de librerías, de las diferentes especies de *Coffea* estudiadas.
- Colaborar en la adaptación de herramientas genómicas en la caracterización de germoplasma con énfasis en efectos de cambios climáticos.
- Coordinación del proyecto a nivel internacional junto con Cornell.

Internacional -University of Arizona

Tipo de entidad: Universidad/ Entidad investigadora

Responsabilidades

- Construcción de la librerías genómicas BAC de *C. eugenioides* y *C. canephora*, BAC end sequencing (BES) de la librería de *C. eugenioides* y fingerprinting de las dos librerías.
- Construcción del mapa físico del café basado en los parentales diploides de *C. arabica*.
- Adaptación de BAC pooling strategy para secuenciación de BACs de interés para estudios de efectos climáticos utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación
- Entrenamiento de doctorado de un científico de CENICAFE para construcción del mapa físico del café y estudios comparativos de genómica estructural entre *C. arabica* y las especies diploides. Dedicación del estudiante al proyecto 100%.

Internacional -University of Maryland

Tipo de entidad: Universidad/ Entidad investigadora

Responsabilidades

- Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación a café.
- Desarrollo de herramientas de bioinformática para assembly y anotación de las secuencias derivadas del uso de las nuevas tecnologías de secuenciación.
- Secuenciación comparativa de BACs homeólogos de las tres especies: *C. arabica*, *C. canephora* and *C. eugenioides* en regiones del genoma de interés para adaptación a cambio climático.
- Entrenamiento de doctorado de un científico de CENICAFE en bioinformática para análisis de los datos de secuenciación (ensamblaje y anotación del genoma) basado en estudios comparativos de las 3 especies. Dedicación del estudiante al desarrollo del proyecto 100%.

Internacional- IRD

Tipo de entidad: Entidad investigadora

Laboratorio de Resistencia de plantas a bioagresores. Equipo Diversidad y Mejoramiento (DIVA) Instituto IRD – Montpellier, Francia

Responsabilidades

- Proporcionar marcadores moleculares del mapa genético de *C. canephora*, material vegetal para la construcción de la librería BAC de *C. canephora* que sera fingerprinted como parte de este proyecto.
- Proporcionar entrenamiento de doctorado a un científico de CENICAFE enfocado en características de interés (resistencia a enfermedades rust, CBD incluyendo secuenciación y anotación de BACs que incluyan familias de genes de resistencia en café). Dedicación del estudiante al desarrollo del proyecto 100%.

- Colaborar en el desarrollo de herramientas genómicas para acelerar programas de mejoramiento de café en el contexto de adaptabilidad al cambio climático.
- Colaborar en el análisis biológico de los datos del mapa físico y de secuenciación de BAC homeólogos en de *C. arabica*, *C. canephora* y *C. eugenioides* (incluyendo BACs en áreas de cromosomas asociados con genes de resistencia a enfermedades y calidad).

Internacional- Cornell University

Tipo de entidad: Entidad investigadora

Responsabilidades

- Proporcionar entrenamiento de doctorado a un científico de CENICAFE enfocado en caracterización del germoplasma de *Coffea*, entrenamiento en estadística genómica y modelación para estudios de diversidad del germoplasma en *Coffea* combinando linkage disequilibrium analysis y mapeo de asociación para optimizar utilización de germoplasma en programas de mejoramiento con énfasis en adaptabilidad a cambio climático. Dedicación del estudiante al desarrollo del proyecto 100%.
- Énfasis en el uso de las nuevas tecnologías de secuenciación para identificación de genotipos de interés y desarrollo de marcadores para selección de germoplasma en el contexto de adaptabilidad al cambio climático (single nucleotide polymorphism SNPs, transposable elements TEs, etc).
- Integración de los datos de análisis de germoplasma en una base de datos que incluya la información de los mapas genéticos moleculares, los mapas físicos y secuencias del genoma generadas en el proyecto para optimizar utilización de germoplasma en programas de mejoramiento de café.
- Coordinar con CENICAFE la estrategia general del consorcio para apoyar el proyecto a nivel internacional basado en facilitar caracterización y preservación a nivel mundial de recursos genéticos de *Coffea* de interés para adaptación a cambio climático.

VII. SUPUESTOS Y RIESGOS

Los efectos del cambio climático sobre las actividades humanas y en especial sobre la agricultura han comenzado a sentirse a nivel global (Rosenzweig *et al.* 2008; Zweirs and Hegerl 2008). En muchas partes del mundo los cultivos ya no se rigen al calendario anual que tenían hace diez o veinte años atrás. Algunos cultivos han empezado a migrar, mientras que otros han comenzado a modificar sus épocas de floración y fructificación (Bradshaw and Holzappel 2008). A mediano plazo será todo el paisaje que se verá modificado. La pérdida del delicado balance biológico entre las plantas y su entorno va a afectar de manera directa el desarrollo futuro de los cultivos y el caso del café no es la excepción (Kotak *et al.* 2007; Mosquera *et al.* 2005). Como consecuencia de los patrones anormales de lluvias y temperatura se espera un incremento anormal en la incidencia de plagas y enfermedades. Esta proliferación de insectos y hongos patógenos podría afectar seriamente la estabilidad de extensas áreas cultivadas. Es pues urgente el desarrollo de genotipos más resistentes y capaces de adaptarse de una mejor manera a los cambios ambientales que se avecinan.

VIII. PLAN DE ADQUISICIONES DE SERVICIOS

Plan de contratación de servicios: consultores, especialistas para adaptación de tecnología genómica especializada

CONSULTORES Especialidad/ Calificación	Instituci ónPaís	Componentes y Actividades en las que participa	Duración	Monto estimado	Método de contratación (CC / CD)
--	---------------------	--	----------	-------------------	--

AGI, U. Arizona	USA	Construcción mapa físico del café Comparative genomic structure studies <i>C. arabica</i> vs. Diploid subgenomes	5 años	\$335,404	Federación Nacional de Cafeteros contract
U. of Maryland	USA	Adaptación al café nuevas tecnologías de secuenciación/ Desarrollo de nuevas herramientas de bioinformática para assembly y anotación del genoma del café.	5 años	\$150,000	Federación Nacional de Cafeteros contract

IX. PRESUPUESTO

Ver en hoja Excel adjunta ejemplo de presupuesto agregado y detallado y formulario para completar con los recursos solicitados a FONTAGRO y las contrapartidas del consorcio. Es necesario incluir notas al presupuesto para justificar los gastos a realizar en cada actividad.

Cuadro de montos máximos

Pulsar con doble click el cuadro para abrir el formulario de Excel e ingresar el monto total solicitado para financiación con recursos de la contribución del FONTAGRO.

	Monto Financiado por FTG	MONTOS MAXIMOS POR TIPO DE GASTO			
		Inversiones en equipamiento Máximo 30%	Consultores o especialistas Máximo 60%	Viajes y viáticos del personal de planta Máximo 25%	Gastos de Divulgación Mínimo 5%
Monto máximo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Objetivos 1.					
Construcción	\$335,404	33,540	201,243	83,851	16,770
Mapa físico					
Objetivo 2					
Adaptación	\$150,000	15,000	90,000	37,500	7,500
Nuevas tecnologías					
De secuenciación					
Project coordination					
Travel/divulgación	\$14,596			14,596	
TOTALES	\$500,000	48,540	291,243	135,947	24,270

MONTOS MAXIMOS POR TIPO DE GASTO

GASTOS ELEGIBLES (5 años)	FONDOS CONTRAPARTIDA	FONDOS FONTAGRO
	<i>PhD student costs</i>	<i>TOTALES</i>
OBJETIVOS		
1. Construcción mapa físico del café (U. Arizona)	250,000	335,404

2. Adaptación nuevas tecnologías de secuenciación (U. Maryland)	250,000	150,000
3. Desarrollo de herramientas de genómica para caracterización de germoplasma en café (Cornell University)	250,000	-
Estudios características De interés para cambio Climático, e.g. disease Resistance (IRD)	250,000	-
Coordinación del proyecto y Viajes/divulgación (tayeres)	100,000	-
TOTAL	1,000,000	500,000

NOTE:

Fondos adicionales para este proyecto estan siendo solicitados al IDB y otras agencias o donantes para secuenciación del genoma del café y adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para la caracterización de germoplasma de *Coffea*.

Budget requested FONTAGRO: (presupuesto desagregado por rubros y socios)

- **Fingerprinting of the *C. canephora* BAC library (U. Arizona)** US \$ 122,965

C. canephora BAC library dihaploid genotype

Estimated genome size 809,000 Kb/120 Kb = 6,741 clones

x 11 genome equivalents= 73,728 clones (5.5X Hind III and 5.5X EcoRI)

Clones 36, 864 *HindIII* and 36, 864 *EcoRI* = total # of clones 73,728

BAC fingerprinting 73,728 x \$1.60 = US \$ 117,965

Physical map construction US \$5,000

- **Construction of the *C. eugenoides* BAC library, BAC end sequencing and fingerprinting (U. Maryland)** US \$ 212,439

Genome size estimated 662,000 Kb/120 kb = 5,517 clones

X 10 genome equivalents = 55,170 clones x 0.26 = US \$ 14,344

BAC end sequencing and fingerprinting 55,170 clones x 3.50 = US \$ 193,095

BAC end sequencing (55,170 clones x 630 bp x 2 ends) = 69,514,200 bp ~ 70 Mb

Physical map construction US \$5,000

Subtotal BAC libraries	US \$335,404
454 sequencing homeologous BACs and adaptation of technology to coffee	US \$150,000
Project overall coordination/ viajes/ divulgación (CENICAFE/CORNELL)	14,596
Total requested for co-funding to FONTAGRO	US \$500,000

Co-financiación Federación Nacional de Cafeteros de Colombia/MinAgricultura

Financiación (5 años) para 4 científicos de CENICAFE que trabajaran en el proyecto (100% time) en el desarrollo de los objetivos propuestos como parte de sus entrenamientos de doctorado. (Estimated costs of \$50,000 per year includes all expenses for travel, salary, health insurance, materials and supplies).

1. PhD student BAC physical map construction Training in University of Arizona	250,000
2. PhD student Bioinformatics/ assembly/ gene annotation using novel sequencing technologies Training in University of Maryland	250,000
3. PhD student pest and Disease resistance/coffee quality Training in IRD	200,000
4. PhD student Statistical and computational genomics/ enhanced germplasm characterization and utilization Development of a database for integration of data (genetic/physical map and sequencing data) Training and project coordination at Cornell University	300,000
Subtotal	1,000,000

Note: Additional co-funding for this project will be searched through IDB and other donors for a project to sequence the entire coffee genome, assemble it and annotate it.

X. MARCO LÓGICO

Resumen Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables (IOV)	Medios de Verificación (MDV)	Supuestos
<p>FIN DEL PROYECTO El objetivo de este proyecto es garantizar a través de tecnología genómica de avanzada la competitividad y sostenibilidad de la producción de café de alta calidad en el Mercado mundial (mediante la reducción en los costos de producción, el desarrollo de variedades resistentes y más adaptadas a estrés bióticos/abióticos, el aumento en la producción y el énfasis en calidad) en el contexto de cambios climáticos.</p>	<p>Nuestro programa tiene como objetivo fundamental generar tecnologías basadas en un mayor conocimiento del genoma del café que le permitan a la caficultura adaptarse al cambio climático en términos de cambio en dinámica de insectos, resistencia a enfermedades y plasticidad de adaptación del germoplasma para evitar reducción significativa a nivel de producción y calidad con tecnologías innovativas para la conservación de recursos medioambientales y el mejoramiento de la calidad del café.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del mapa físico del café basado en las especies parentales diploides de <i>C. arabica</i> • Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación al café • Desarrollo de herramientas genómicas para acelerar programas de mejoramiento y caracterización de germoplasma del género <i>Coffea</i> en el contexto de cambio climático. 	<p>La adaptación planificada a estos efectos permitirá anticiparnos mediante el desarrollo de variedades tolerantes a estrés abiótico y resistentes a plagas y patógenos para reducir los efectos combinados del cambio climático que podrían desplazar la localización actual de las áreas productivas y reducir significativamente el nivel de producción y la calidad del producto.</p>
<p>PROPÓSITO DEL PROYECTO Uno de los logros e impacto directo más importantes de este proyecto piloto será el crear una red de colaboración técnica y científica de excelencia entre los 10 países productores de café miembros de FONTAGRO para garantizar a través de un mayor conocimiento/dilucidación del genoma del café el desarrollo de herramientas genómicas de avanzada que constituyan la base para acelerar el mejoramiento futuro del café en el contexto de sostenibilidad y</p>	<p>El programa de investigación que se propone incluye entrenamiento de científicos en genómica en áreas de tecnología de avanzada relevantes a adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático lo cual asegurará la implementación e inclusión de los avances logrados para incrementar la competitividad agrícola.</p>	<p>Desarrollo de tecnología genómica de avanzada para acelerar el desarrollo de variedades resistentes y más adaptadas a estrés biótico (insectos y patógenos) y abiótico (exceso de lluvias, incremento o reducción de temperatura, déficit hídrico; cambios en la dinámica física, química o microbiológica del suelo; captura de carbono; etc.) garantizando la producción sostenible de café y el énfasis en calidad y reducción de impacto ambiental en el contexto de cambios</p>	<p>En el caso del café, un conocimiento más profundo del genoma podrá ayudarnos al desarrollo de variedades que sean más adaptables a cambios climáticos.</p>

Resumen Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables (IOV)	Medios de Verificación (MDV)	Supuestos
adaptación a cambios climáticos.		climáticos.	
<p>COMPONENTES DEL PROYECTO</p> <p>1. La construcción del mapa físico del café <i>C. arabica</i> basado en librerías genómicas de largo inserto BAC de sus dos parentales ancestrales diploides: <i>C. canephora</i> y <i>C. eugenioides</i>. El mapa físico del café construido a partir de sus ancestros diploides servirá de base para la secuenciación del genoma del café dada la complejidad genética del tetraploide <i>C. arabica</i>.</p> <p>2. Secuenciación del genoma del café utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación con énfasis en ensamblaje, anotación y caracterización de áreas del genoma que contengan genes de importancia para la producción de café en el contexto de cambio climático.</p> <p>3. Desarrollo de herramientas genómicas de avanzada para caracterización, conservación, y utilización de germoplasma de <i>Coffea</i> que permita el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del mapa físico del café basado en los ancestros diploides de <i>C. arabica</i>: <i>C. canephora</i> y <i>C. eugenioides</i>. • Estudios estructurales y funcionales a nivel genómico, así como para la secuenciación del genoma del café utilizando las nuevas tecnologías de secuenciación. • Integración a nivel informático de los recursos genómicos que se desarrollarán para <i>C. arabica</i>, <i>C. canephora</i>, <i>C. eugenioides</i> para análisis de genómica comparativa entre las tres especies del género <i>Coffea</i>. • Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para secuenciar el genoma del café con énfasis en áreas del genoma de interés para adaptación a cambio climático. • Se desarrollarán e implementarán herramientas bioinformáticas para ensamblaje y anotación de las secuencias del genoma de <i>C. arabica</i> basado en los subgenomas de las dos especies diploides 	<p>Obtención de nuevos marcadores moleculares para las tres especies que servirán para relacionar (anchoring) la información del mapa genético molecular y el mapa físico de <i>C. arabica</i>, <i>C. canephora</i>, <i>C. eugenioides</i>. Los nuevos marcadores y la integración del mapa físico y genético del café facilitarán la clonación de genes que se complementará con estudios citológicos FISH/GISH para mapeo físico de regiones genómicas que codifiquen características de interés en cromosomas específicos. Este trabajo incluirá la caracterización de polimorfismos de interés para adaptación a cambio climático en germoplasma usando las nuevas tecnologías de secuenciación. En colaboración con Cornell University, CENICAFE, IRD y CATIE se analizarán varias colecciones de germoplasma de <i>Coffea</i> para facilitar su caracterización, preservación y utilización futura a través de mapeo de asociación y estudios de linkage disequilibrium con énfasis a adaptación a efectos de cambios climáticos.</p>	<p>El desarrollo de herramientas genómicas de avanzada para caracterización, conservación, y utilización de germoplasma de <i>Coffea</i> en programas de mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.) contribuirá a la sostenibilidad social, económica, y ambiental futura de la caficultura.</p>

Resumen Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables (IOV)	Medios de Verificación (MDV)	Supuestos
<p>ACTIVIDADES DEL PROYECTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción del mapa físico del café basado en las especies parentales diploides de <i>C. arabica</i> • Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación al café • Desarrollo de herramientas genómicas para acelerar programas de mejoramiento y caracterización de germoplasma del género <i>Coffea</i> en el contexto de cambio climático. 	<p>parentales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción, fingerprinting and BAC end sequencing de las librerías BAC de <i>C. canephora</i> and <i>C. eugenioides</i>. of the Los mapas moleculares que se han desarrollado para <i>C. arabica</i>, <i>C. eugenioides</i> y <i>C. canephora</i> serán utilizados para relacionar la información del mapa físico con el mapa molecular. . • Desarrollo de herramientas novedosas de bioinformática para ensamblar el genoma del tetraploide <i>C. arabica</i>, utilizando BAC contigs de áreas de interés y su anotación utilizando la colección de ESTs (expressed sequence tags) de <i>C. arabica</i> que representan el transcriptoma del café (~100,000 ESTs representando 35,000 unigenes). • Adaptación de las nuevas tecnologías de secuenciación para estudios de diversidad del germoplasma de <i>Coffea</i> y caracterización de su variabilidad para detectar genotipos con resistencia a estrés bióticos y abióticos y utilizar un porcentaje mayor del pool genético de la colección. 	<p>El mapa físico del café construido a partir de sus ancestros diploides servirá de base para la secuenciación del genoma del café dada la complejidad genética del tetraploide <i>C. arabica</i>. Estos estudios nos permitan decifrar la estructura, evolución de la organización del genoma del tetraploide <i>C. arabica</i> y utilizar la información disponible en especies diploides del género <i>Coffea</i> (> 100 especies) de más diversidad genética para predecir la localización de genes e identificar en café regiones del genoma responsables de la expresión de caracteres de importancia económica en adaptación a cambio climático (resistencia a enfermedades y plagas, calidad, rendimiento, etc.) y su posterior manipulación en los programas de selección de nuevas variedades</p>	<p>Los trabajos en genómica de <i>Coffea arabica</i> agilizarán el desarrollo de variedades mejoradas en una especie cultivada tradicionalmente en América Latina y reconocida por el mercado mundial como la de mejor calidad de café. Las variedades mejoradas son la alternativa más económica y la tecnología de más fácil transferencia para manejar problemas de enfermedades y plagas, así como aspectos de calidad tales como tamaño de grano y características organolépticas. Por ser un cultivo perenne, el mejoramiento de variedades de café es un proceso muy lento, que además requiere de extensos lotes experimentales y mediciones durante varias cosechas. La genómica, permite la identificación y localización de genes de importancia y su caracterización rápida en progenies de interés y es por lo tanto una herramienta esencial para asistir al mejoramiento genético del café y de otros cultivos perennes.</p>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

GERENCIA GENERAL



Bogotá, Julio 15, 2008

GGN08C11541

Señores

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria - FONTAGRO

Banco Interamericano de Desarrollo - BID

Washington, D.C.

Estados Unidos

Estimados señores:

Con el fin de participar en la convocatoria extraordinaria 2008 de FONTAGRO me permito presentar el proyecto Perfil 8025 titulado "*Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático*".

Este proyecto será coordinado conjuntamente por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el Centro Nacional de Investigaciones de Café CENICAFF y por Cornell University con el apoyo de un Consorcio Internacional de organizaciones que incluye: El Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE), Promecafe (IICA), el Centro Agronómico de Agricultura Tropical y Enseñanza (CAITE), el International Coffee Genomics Network (ICGN), the University of Arizona, the University of Maryland, and the Institut de Recherche pour le Développement (IRD), con el seguimiento científico del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia avala este proyecto y se compromete a aportar los recursos definidos como contrapartida de nuestra Institución en el presupuesto del mismo.

El Consorcio Internacional de Institutos y Universidades que realizarán el proyecto nos permitirá tener un mayor impacto a nivel de cooperación regional hemisférica, para promover tecnologías genómicas innovadoras que garanticen la sostenibilidad social, económica y ambiental de la caficultura en América Latina en el contexto de cambios climáticos.

Cordial saludo,

GABRIEL SILVA
Gerente General



PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA EL DESARROLLO
TECNOLÓGICO Y MODERNIZACIÓN DE LA CAFICULTURA

ACGT/P-075
09 de julio de 2008

Señores
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo- BID
Washington, DC
Estados Unidos

Estimados señores:

En mi calidad de Secretario Ejecutivo del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centro América, Panamá, República Dominicana y Jamaica –PROMECAFE-, manifiesto el interés en que se financie y realice la propuesta a FONTAGRO Perfil 8025 *“Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático.”*

Este proyecto, a través del desarrollo de tecnologías genómicas de avanzada, facilitará la caracterización, conservación y utilización del germoplasma de *Coffea* para acelerar el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos (temperatura, sequía, inundaciones, etc.). La participación de PROMECAFE en el network permitirá que los avances en estudios del genoma del café puedan ser implementados para la caracterización de germoplasma y en programas de mejoramiento genético. La formación de una red de excelencia para cooperación a nivel tecnológico y científico a través de este proyecto fortalecerá la capacidad científica a nivel regional.

PROMECAFE, como miembro Institucional del International Coffee Genomics Network (ICGN), avala este proyecto por ser de gran interés e importancia para la caficultura de la región.

Atentamente,


Ing. Guillermo Canet Briones
Secretario Ejecutivo
PROMECAFE

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA OFICINA EN GUATEMALA Calzada
Roosevelt 6-25, Zona 11 Edificio No. 4 INCAP, Guatemala, C.A. 01901, Teléfonos Directos Secretaria Ejecutiva:
2386-5907-Telefax: 2471-3124 P.B.X.: 2386-5900 E-mail: promecafe@iica.org.gt

“Al Servicio de la Caficultura Regional”

Turrialba, Julio 5, 2008

Señores
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo- BID
Washington, DC
Estados Unidos

Estimados señores:

En mi calidad de Coordinador de la Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología del Centro Agronómico de Agricultura Tropical y Enseñanza (CATIE) estoy muy interesado en que se financie y realice la propuesta FONTAGRO Perfil 8025 *"Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático."*

Este proyecto a través del desarrollo de tecnologías genómicas de avanzada facilitará la caracterización, conservación, y utilización del germoplasma de *Coffea* para acelerar el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos. CATIE mantiene una de las colecciones internacionales *ex situ* de *Coffea* más grandes del mundo y los avances en estudios del genoma del café facilitarán la caracterización y preservación de germoplasma que son temas de gran interés para nuestro grupo y para la caficultura mundial.

Atentamente,



Andreas Ebert, PhD
Coordinador Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología
CATIE
Costa Rica

14 de julio, 2008
DEJ/1326/2008

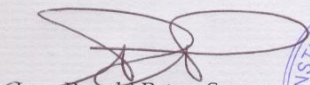
Señores
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo- BID
Washington, DC
Estados Unidos

Estimados señores:

En mi calidad de Director Ejecutivo del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) expreso nuestro interés en ser parte del Consorcio Internacional que liderará Colombia a través del Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) para la realización de la propuesta a FONTAGRO Perfil 8025 *“Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático.”*

ICAFE tiene muchísimo interés en participar e incorporarse en el equipo científico de los países participantes para el desarrollo de un proyecto de enorme trascendencia para la caficultura de nuestro tiempo. Este proyecto a través del desarrollo de tecnologías genómicas de avanzada facilitará la caracterización, conservación, y utilización del germoplasma de *Coffea* para acelerar el desarrollo y mejoramiento genético de variedades con potencial de adaptación a efectos de cambios climáticos.

Atentamente,


Ing. Ronald Peters Seevers
Director Ejecutivo



Cc: Consecutivo

Montpellier, Julio 4, 2008

Señores
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo- BID
Washington, DC
USA

Estimados señores:

En mi calidad de Director "Chair of the Steering Committee" del Internacional Coffee Genomics Network (ICGN) y coordinador con CENICAFE del grupo de trabajo 3 del ICGN que tiene como objetivos la construcción del mapa físico del café y el desarrollo de una estrategia eficiente para la secuenciación del genoma del café, estamos muy interesados en que se financie y realice la propuesta a FONTAGRO Perfil 8025 "Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático."

El proyecto propuesto contribuirá a través de un mejor conocimiento del genoma del café al desarrollo de variedades resistentes y mejor adaptadas a cambios climáticos y a una mayor utilización y preservación del germoplasma del género *Coffea*.

Como colaborador del proyecto, contribuire con los análisis biológicos de la información genómica y del mapeo físico generada, proporcionando marcadores moleculares del mapa de *Coffea canephora* y nuestro grupos IRD-CIRAD cofinanciarán la construcción de la librería BAC de *C. canephora*. IRD ha colaborado por varios años con CENICAFE en la formación de recursos humanos y en estudios de introgression y citogenéticos avanzados (FISH, GISH) para identificación de regiones del genoma del café ligadas a genes de importancia agronómica especialmente relacionados con familias de genes de resistencia en café y genes asociados a calidad en *C. arabica*.

Además para facilitar la divulgación de los datos de este proyecto piloto, continuare como coorganizador junto con los Drs. Marcela Yepes (Cornell University) y Rod Wing (University of Arizona) del taller Internacional de Genómica del café que se ofrecerá anualmente como parte del Plant and Animal Genome Meeting (PAG) en los Estados Unidos. Este tayer se realizó por primera vez en Enero 13, 2008 con la presentación de esta propuesta internacional y con la participación del IDB, NSF, USDA y Bioversity (CGIAR). El tayer ayudará a

diseminar los resultados de este proyecto al ICGN y a la Comunidad Genómica Internacional para beneficio de los países productores de café.

Atentamente,



Philippe Lashermes
Chair Steering Committee
International Coffee Genomics Network

Unité Mixte de Recherche
Résistance des Plantes aux Bioagresseurs
IRD - CIRAD - UM2
911, Avenue Agropolis - B.P. 64501
F - 34394 Montpellier Cedex 5
Té: 33 (0)4 67 41 62 96 - Fax: 33 (0)4 67 41 62 83



UNIVERSITY OF MARYLAND

CENTER FOR BIOINFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOLOGY
INSTITUTE FOR ADVANCED COMPUTER STUDIES

3125 Biomolecular Sciences Bldg
College Park, Maryland
Voice: 301.405.5936 Fax: 301.
www.cbcb

Steven L. Salzberg, Ph.D.
Horvitz Professor of Computer Science
<http://cbcb.umd.edu/~salzberg>

July 14, 2008

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo- BID
Washington, DC
USA

Dear FONTAGRO program officers:

As Director of the Center for Bioinformatics and Computational Biology (CBCB), University of Maryland Institute for Advanced Computer Studies, I am writing to express my enthusiastic support for the project profile 8025 entitled: "*Desarrollo e implementación de herramientas genómicas de avanzada para contribuir a la adaptación de la caficultura al cambio climático.*"

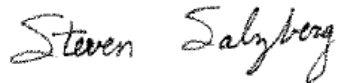
One of the main objectives of this project is to develop a cost-effective strategy to sequence the coffee genome using new-generation sequencing technologies. These new sequencing strategies use nanotechnology to greatly increase sequencing throughput by laying out millions of DNA fragments in parallel. The various technologies differ in the procedures used to array and sequence the DNA fragments; e.g. coated beads (used by 454/Roche) vs. DNA synthesized directly to chips (used by Solexa/Illumina). The shorter reads generated present major bioinformatics challenges, particularly for genome assembly, but the reduced costs and increased speed make it feasible for the first time to target sequencing of *de novo* species such as the coffee plant.

Our group is well positioned to take full advantage of the opportunity to place coffee in the forefront of this emerging area of computational genomics and bioinformatics. We are already developing bioinformatics software and tools for short-read sequencing technology, and we are eager to apply these tools – and develop new ones as necessary – to decode the genomes of the allotetraploid *Coffea arabica* and the diploid coffee species *C. canephora* and *C. eugenioides*. We are prepared to help with gene identification for these species, by modifying the eukaryotic annotation software that we have developed. We also have extensive

experience in whole-genome analysis software and methods, which we will use to identify TEs and repeats in coffee, and to compare the three species to each other and to related plant species.

Genome sequences have transformed research for hundreds of bacteria and dozens of eukaryotic species. The scientific community studying coffee will similarly experience dramatic improvements in its ability to study the relationship between genes, genome structure, and biological function once the genome becomes available. In addition to the scientific advances this project will enable, the use of new sequencing technology will further accelerate progress in the field of genomics. This proposal is a tremendously exciting scientific opportunity that I am very pleased to endorse wholeheartedly.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink that reads "Steven Salzberg". The signature is written in a cursive, flowing style.

Steven Salzberg, Ph.D.
Horvitz Professor of Computer Science

GM-427-08

Julio 14, 2008

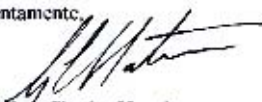
Doctora
Cristina Sánchez Olivares
Secretaría Técnica Administrativa
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
1300 New Cork Avenue, N.W.
Washington, D.C., 20577
Teléfono: +1 202 623 3876
E-mail: cristinaso@iadb.org
USA

Estimada Dra. Sánchez,

Por medio de la presente nos complace expresarles que el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, esta dispuesto a colaborar a través del apoyo científico de los Doctores Joseph Tohme y Gerardo Gallego en la propuesta denominada: ***“Desarrollo e Implementación de Herramientas Genómicas de Avanzada para Contribuir a la Adaptación de la Caficultura al Cambio Climático”***, que el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ) está sometiendo a consideración de FONTAGRO en el Marco de la Convocatoria 2008, que tiene como fin financiar Proyectos Regionales que Contribuyan a la Adaptación de los Sistemas Productivos Regionales al Cambio Climático. En este sentido, los Drs. Tohme y Gallego harán seguimiento e interactuarán con el aporte e intercambio de ideas cuando los proponentes del proyecto así lo dispongan.

Permitame manifestarles de antemano nuestros agradecimientos por la atención que le brinden a esta carta.

Atentamente,


Geoffrey Charles Hawtin
Director General

cc: Drs. J. Tohme y G. Gallego

CURRICULUM VITAE

Joe M Tohme

CAIT, AA 6713, Cali, Colombia

j.tohme@cgiar.org

Education: Ph.D., Crop Sciences, 1986, Michigan State University, East Lansing.

Positions Held:

January 2000-Present. Senior Staff, Leader of Agrobiodiversity and Biotechnology Project, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, AA 6713; tel 57-2-4450000; fax: 57-2-445-0073; Cali, Colombia). Responsibilities include coordinating the Agrobiodiversity and Biotechnology project composed of 11 internationally recruited PhD researchers, setting up a microarray-gene expression and SNP facilities and conduct research on genome analysis for stress and nutritional traits.

Since 2004. Biotechnology coordinator for the HarvestPlus program. Responsibilities include: help to identify and negotiate joint activities with the private sector; identify new nutritional genomics partners and funding; provide written assessments of annual reports; funding raising; work with the nutrition genomics group in developing guidelines for the competitive grants and set up an external panel for the review of the proposals.

2001-2003. Co-coordinator of Biofortification Challenge Program of the CGIAR on Harnessing Agricultural Technology to Improve the Health of the Poor: "Biofortified" Crops to Combat Malnutrition. Acting biotechnology and breeding coordinator for HarvestPlus.

Since 2003 co-chair of the Global Cassava Partnership.

February 1992-1999. Senior Staff, Biotechnology Research Unit, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Geneticist in charge of genome analysis section. Responsibilities include planning, execution of research and analysis of results, supervision of post doctoral fellows, assistants and students.

Research areas include: Characterization of genetic diversity of wild and cultivated *Phaseolus* and *Manihot*; phylogeny of *Phaseolus* and *Manihot*; identification of gene pools for bean, cassava, rice and *Brachiaria*; tagging of useful genes like genes of resistance to rice blast, whitefly resistance in cassava and apomixis in *Brachiaria*; construction of molecular map and BAC library of Cassava; development of microsatellites for bean and *Brachiaria*; setting up facilities for markers assisted selection for bean and rice; training in the area of molecular markers for germplasm characterization and uses in breeding programs; setting up sequencing and gene expression facilities.

June 1989-January 1992. Senior Research Fellow, Biotechnology Research Unit, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Responsibilities include: setting up molecular markers lab, RFLPs and RAPDs research on rice for tagging resistance genes to blast and hoja blanca virus, integration of molecular assisted selection in rice breeding program, initiate RFLPs and RAPDs genes tagging in bean, characterization of wild and cultivated bean germplasm with molecular markers, establishment of a bean core collection, supervision of students' thesis.

Relevant Publications 2004-2001:

- Camilo Lopez, Véronique Jorge, Benoît Piégu, Chickelu Mba, Diego Cortes, Silvia Restrepo, Mauricio Soto, Michèle Laudié, Christel Berger, Richard Cooke, Michel Delseny, Joe Tohme and Valérie Verdier. A unigene catalogue of 5,700 expressed genes in cassava (*Manihot esculenta*): identification of genes implicated in cassava bacterial blight resistance and starch biosynthesis. *Plant Molecular Biology*. 56 (4): 541-554,
- Galindo, LM; Gaitan-Solis, E; Baccam,P; Tohme, J. Isolation and characterization of Rnase LTR sequences of Ty1 - copia retrotransposons in common bean. Feb. 2004. *Genome* 47 (1): 84-95
- Ishitani M, Rao I, Wenzl P., Beebe S and Tohme J. (2004) Integration of genomics approach with traditional breeding towards improving abiotic stress adaptation: drought and aluminum toxicity as case studies. *Field Crops Research* 90: 35-45
- Aluko, G.; Martinez, C.;Tohme,J.; Castano,C. Bergman,C. and Oard, JH. 2004. QTL mapping of grain quality traits from the interspecific cross *Oryza sativa* x *O.glaberrima*. *Theor Appl. Genet* 109:630-639.
- Anderson J; Michel Delseny; Martin A. Fregene; Veronique Jorge; Chikelu Mba; Camilo Lopez; Silvia Restrepo; Mauricio Soto; Benoit Piegu; Valerie Verdier; Richard Cooke; Joe Tohme; David P. Horvath. 2004. An EST resource for cassava and other species of Euphorbiaceae. *Plant Molecular Biology*. 56: 527-539
- Tomkins J; M. Fregene; D. Main; H. Kim; R. Wing; J. Tohme. 2004. Bacterial artificial chromosome (BAC) library resource for positional cloning of pest and disease resistance genes in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Plant Molecular Biology*. 56: 555-561
- Blair, M.W.; Pedraza,F.; Buendia, HF.; Gaitán-solis, E.; Beebe,S.E.; Gepts, P. and Tohme,J. Development of a genome-wide anchored microsatellite map for common bean. 2003. *Theor.Appl.Genet*. 107(8):1362-1374.
- López C. E. , A. P. Zuluaga, R. Cooke, M. Delseny, J. Tohme and V. Verdier. 2003. Isolation of Resistance Gene Candidates (RGCs) and characterization of an RGC cluster in cassava. *Molecular Genetics and Genomics* . Volume 269: 658 – 671
- Lopez, C.E.; Acosta, I.F.; Jara, C.; Pedraza, F.; Gaitan-Solis, E.; Gallego, G.; Beebe, S.; Tohme , J. 2003. Identifying resistance gene analogs associated with resistances to different pathogens in common bean. *Phytopathology*. 93(1): 88-95.
- Blair MW, Pedraza F, Buendia HF, Gaitán-Solís E, Beebe SE, Gepts P, Tohme J. 2003. Development of a genome-wide anchored microsatellite map for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Theor Appl Genet* 107: 1362-1374.
- Gaitán-Solis E., M.C. Duque, K.J. Edwards, and J. Tohme. 2002. Microsatellite repeats in common bean (*Phaseolus vulgaris*): isolation, characterization, and cross-species amplification in *Phaseolus sp.* *Crop Science* 42:2128-2136
- Cortes, F., K. Reilly, Okogbenin, J.R. Beeching, C. Iglesias and J. Tohme. Mapping wound response genes involved in post harvest physiological deterioration (PPD) of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Euphytica* 128: 47-53

Mba, C, R. Stephenson, K. Edwards, S. Melzer, J. Numbira, U. Gullberg, K. Apel, M. Gale, J. Tohme M. Fregene. 2001. Simple Sequence Repeat (SSR) Markers Survey of the Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Genome: Towards a SSR-Based Molecular Genetic Map of Cassava. *Theor Applied genetics* 102:21-31

Funding Support:

- 2000-2003: Co PI with Steve Beebe. Grant from the government of Belgium for genome mapping in *Phaseolus vulgaris*. Total amount: 1.391292 US\$. Partners: Univ. Ghent, Belgium.
- 2001-2005: PI: Grant from BMZ, Germany on mapping of Aluminum tolerance of Crops on Low-fertility Acid Soils. Total amount: 684,965 US\$. Partners: Univ. Hannover, Germany.
- 2001-2004: Co PI, Grant from DGIS, Holland on Cassava Biotechnology Network. Total amount 903,000 US\$. Partners: National Programs in Colombia, Brazil, Ecuador and Cuba.
- 2003-2006: Co PI with Steve Beebe; Grant from BMZ, Germany on Bean genomics for improved drought tolerance in Central America. Total amount: 769,915 US\$. Partners Univ. Hannover and national programs in Central America.
- 2001-2004: Collaborating researcher: Grant from USDA on rice genomics with Yale University. Total amount 50,000US\$.
- 2003-2005: PI. USAID grant on: Expanding the range of uses of cassava starch: A source of income generation. Total amount: 600,000 US\$. Partners: Ohio State University.
- 2005 Coordinator of CIDA grant on: Biofortified Crops with Improved Vitamin A, Essential Minerals and Quality Protein, a collaborative project CIAT and a partnership of International Agricultural Research Centers and National Agricultural Research Systems in Latin America. Total amount: 15, 000,000 US\$.