

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2008

FORMULARIO PARA LA PREPARACIÓN DE PERFILES DE PROYECTOS

Los perfiles deben ser escritos en castellano y el contenido debe constar de un máximo de **5 páginas**. Sugerimos revisen con atención los **Términos de Referencia de la Convocatoria Extraordinaria 2008**, el Manual de Operaciones (MOP) y el Plan de Mediano Plazo (PMP) antes de completar el perfil.

El formulario se debe enviar por correo electrónico a cristinaso@iadb.org y jovanag@iadb.org con copia a fontagro@iadb.org. Si tienen alguna consulta, pueden comunicarse con la Secretaría Técnica Administrativa de FONTAGRO a través de los teléfonos 1-202-6233876, 1-202-6233242, por fax 1-202-6233968 o por correo electrónico.

A. Título del perfil de proyecto propuesto¹

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

B. Fin del proyecto

Indicar, en forma clara y concisa, como el proyecto contribuirá a la adaptación de los sistemas productivos regionales al cambio climático.

El cultivo del café es de importancia estratégica para la estabilidad económica, social y política de la mayoría de los países miembros del FONTAGRO (9 de los 15) 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 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), Guatemala (4.0), Honduras (3.83), Perú (3.3), Costa Rica (1.91) y Salvador (1.49); y en menor escala Panamá, República Dominicana, Ecuador, Venezuela y Bolivia.

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.).

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 proyecto que proponemos 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 del Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE) con la participación de varios países miembros de FONTAGRO: Costa Rica, Guatemala, Perú, Honduras, Salvador, Ecuador, Venezuela, Panamá y República Dominicana. 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. Bioversity International (uno de los Centros del CGIAR) participará en el proyecto por su interés en caracterización y preservación a nivel mundial de germoplasma, para facilitar la exploración de germoplasma de *Coffea* para estudios de adaptabilidad a cambio climático.

A pesar del 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

¹ Al final de este formulario se incluyen ejemplos ficticios y simplificados con el fin de ilustrar las definiciones utilizadas.

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 118 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.

C. Propósito

Indicar cuales son los logros e impacto directo esperados como resultado de la ejecución 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 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.

La pérdida del delicado balance biológico entre el café y su entorno afectará de manera directa el desarrollo futuro del cultivo. 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. 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. Si al efecto negativo en la producción de café debido a plagas y patógenos se le añade 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 causaría deforestación que afectaría las fuentes hídricas y en general produciría un gran impacto ambiental.

D. Componentes

Indicar cuales son los productos o bienes y servicios que producirá el proyecto

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.

E. Actividades

Indicar las tareas principales necesarias para producir cada componente (metodología)

La construcción del mapa físico del café basado en las dos especies diploides que originaron *C. arabica* nos permitirá relacionar la información existente de los mapas genéticos moleculares de estas dos especies *C. canephora* y *C. eugenioides* y la del tetraploide *C. arabica* para dilucidar a nivel de organización y evolución del genoma que partes del genoma tendrían mayor plasticidad y podrían ser útiles para introducción de genes de

importancia económica en la producción de café. El programa propuesto es posible dado los logros del proyecto de genómica del café que se realiza actualmente en CENICAFE co-financiado por el Ministerio de Agricultura en el que se han desarrollado los mapas genéticos moleculares de *C. arabica* y *C. eugenioides* con marcadores moleculares robustos (microsatélites) y se ha construido la librería genómica BAC de *C. arabica*.

La construcción del mapa físico del café basado en las especies diploides permitirá por primera vez la evaluación y utilización de nuevas tecnologías de secuenciación para secuenciar el genoma del café. La estrategia que se propone incluye el uso de BAC pools en combinación con las nuevas tecnologías de secuenciación que serán evaluadas en un estudio piloto utilizando BACs homeólogos para las tres especies. Esta área incluye el desarrollo de herramientas novedosas de bioinformática para ensamblar el genoma del tetraploide *C. arabica* basado en los subgenomas de las especies diploides, utilizando BAC contigs en áreas del genoma de interés y su anotación con base en 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 (NSF). El pipeline para análisis de ESTs en CENICAFE fue desarrollado en colaboración con TIGR (The Institute for Genomic Research) y Cornell, y permitió la construcción de un microarreglo de *C. arabica* para estudios de análisis de transcripción y expresión de genes en café.

F. Articulación entre el consorcio y con otros actores

Describir la participación, fortalezas específicas y la contribución de cada institución participante en los componentes del proyecto. Describir la articulación y coordinación entre los participantes responsables del proyecto y la articulación que tendrán con otros actores.

El proyecto que proponemos a través de este Consorcio Investigativo será liderado por CENICAFE. La participación de 9 países de FONTAGRO permitirá darle una proyección hemisférica al proyecto.

CENICAFE es el Centro Nacional de Investigación de la Federación de Cafeteros de Colombia y fue 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. CENICAFE desarrolló e implementó el uso de una variedad con resistencia durable a la roya del café y de un programa de manejo integrado (IPM) contra la broca del café que incluye un gran componente en control biológico (este programa es el segundo en el mundo por la extensión en que ha sido implementado 874.000 hectáreas). 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 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.

El nuevo proyecto piloto internacional que estamos presentando para co-financiación a través de esta Convocatoria tendrá como objetivo acelerar el conocimiento del genoma del café y la exploración, caracterización y utilización de germoplasma para desarrollo de nuevas variedades adaptables a cambios climáticos. El Centro de origen de *Coffea arabica* es Ethiopia y aunque se cuenta en América Latina con varias colecciones *ex situ* de germoplasma estas no han sido caracterizadas a nivel molecular y en consecuencia el pool genético ha sido utilizado en muy bajos porcentaje en los diferentes programas de mejoramiento de café. El uso de marcadores moleculares y de herramientas genómicas de avanzada facilitará la caracterización sistemática (fingerprinting) del germoplasma para determinar su variabilidad lo cual permitirá detectar genotipos con resistencia a estrés bióticos y abióticos y utilizar un porcentaje mayor del pool genético de las diferentes colecciones. De gran importancia es la detección de genotipos con resistencia al 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.

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 en el Consorcio de 9 países miembros de FONTAGRO (Costa Rica, Guatemala, Perú, Honduras,

Salvador, Ecuador, Venezuela, Panamá y República Dominicana) permitirá que los avances en estudios del genoma del café y de la caracterización de germoplasma que se harán como parted 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 para cooperación a nivel tecnológico y científico a través del Consorcio fortalecerá la capacidad científica a nivel regional. Bioersivity International (uno de los Centros del CGIAR) y el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) apoyarán los estudios de caracterización, y preservación de germoplasma de *Coffea* para adaptabilidad a cambio climático.

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).

La construcción del mapa físico del café se hará en colaboración con la Universidad de Arizona en el Arizona Genomics Intitute (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 basta 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 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 ultimos 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, lulo, 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 Bioersivity (CGIAR). El tayer ayudará a diseminar los resultados de este proyecto al ICGN y a la Comunidad Genómica Internacional.

G. Indicar el monto estimado que el consorcio solicitaría a FONTAGRO y los aportes estimados de contrapartida:

Recursos FONTAGRO: US \$ 500,000

Recursos de contrapartida: US \$1,000,000 Ministerio de Agricultura (Colombia)/ Federación Nacional de Cafeteros de Colombia / otros países participantes

Monto total estimado: US \$ 2,000,000

H. Periodo de ejecución:

Periodo de Ejecución: 5 años

I. Organismo ejecutor líder del consorcio: CENICAFE/ FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

Información de la organización y persona responsable de la firma y ejecución del Proyecto

Nombre y cargo: Gabriel Cadena, PhD

Tel.: 57-6850-6631

Organización: Director CENICAFE/ Centro Nacional de Investigaciones de Café/ Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

Email: gabriel.cadena@cafedecolombia.com

País: Colombia

J. Investigador líder del consorcio (Ejecutor principal): CORNELL UNIVERSITY

Cornell University/ Department of Plant Pathology/

Investigador Líder: Marcela Yepes, PhD

Tel.: 315-787-2487/787-2369

Actualmente en Cornell

Fax: 315-787-2389

Email: my11@cornell.edu

H

Integrantes del consorcio (Organismos co-ejecutores): ICAFE, PROMECAFE/IICA, BIOVERSITY INTERNATIONAL (Centro CGIAR)

Organización 1: Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE)

Investigador Líder: Edgardo Alpizar, PhD/ Ronald Peters, Director

País: Costa Rica

Organización 2: Promecafé/ IICA

Investigador Líder: Guillermo Canet Brenes

Tel.: 520-626-9595

Secretario Ejecutivo, Promecafé/IICA

Fax: 520-621-1259

País: Guatemala

Email: canet@iica.org.gt

Asociación Nacional del Café- ANACAFE

Guatemala

Fundación Salvadoreña para Investigación del Café- PROCAFE

Salvador

Instituto Hondureño del Café- IHCAFE

Honduras

Ministerio de Desarrollo Agropecuario- MIDA

Panamá

Consejo Dominicano del Café- CODOCAFE

República Dominicana

Organización 3: BIOVERSITY INTERNATIONAL (Centro CGIAR)

Investigador Líder: Ehsan Dulhoo, PhD

Tel.: 39 6 61 18206

Project Coordinator, Conservation of Agricultural Bioiversity

Fax: 39 6 61 979 661

Senior Scientist, Bioversity Internatioanl

Email: e.dulloo@cgiar.org

Otros integrantes del Consorcio: Adicione los que sea necesario

Arizona Genomics Intitute (AGI)/ Universiy of Arizona

Investigador Líder: Rod Wing, PhD

Tel.: 520-626-9595

Director Arizona Genomics Institute

Fax: 520-621-1259

País: USA

Email: rwing@ag.arizona.edu

University of Maryland, Center for Bioinformatics and Computational Biology (CBCB)

Investigador Líder: Steven Salzberg, PhD

Tel.: (301)405-9611

Director Center for Bioinformatics and Computational Biology

Fax: (301)314-1341

País: USA

Email: salzberg@umd.edu

International Coffee Genomics Network (ICGN)

Investigador Líder: Philippe Lashermes, PhD

Tel.: : +33 4 67 41 61 85

Chair Steering Committee, International Coffee Genomics Network

Fax: Fax: +33 4 67 41 61 81

Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Email: Philippe.Lashermes@mpl.ird.fr

País: France

Centro Agronómico de Agricultura Tropical y Enseñanza (CATIE)

Andreas Ebert, PhD

aweibert@catie.ac.cr

Coordinador Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología

Costa Rica

Ejemplos ficticios y simplificados para ilustrar las definiciones utilizadas en este formulario

Título: Productividad del café en los países del Caribe

Fin: Contribuir a la adaptación del cultivo de café al cambio climático en los países del Caribe

Propósito: Los productores del Caribe cuentan con variedades superiores adaptadas a los cambios esperados en temperatura, precipitación y plagas del cultivo del café

Componentes: a) Mejoramiento genético b) Prácticas de manejo c)...

Actividades: a) Identificación de variabilidad genética, selección, evaluación... b) Manejo de la sombra, densidades de siembra, control biológico... c)....

Título: Desarrollo de políticas que promuevan la adaptación al cambio climático en la región de...

Fin: Contribuir a reducir el impacto negativo provocado por los efectos de las sequías en la poblaciones rurales más vulnerables de la región de....

Propósito: Los decisores y otros actores interesados disponen de conocimientos e instrumentos de políticas e incentivos que faciliten la actividad productiva en la región de...

Componentes: a) Investigación de opciones de políticas b) Selección y validación de las políticas más apropiadas c) Capacitación y divulgación

Actividades: a) Encuestas e información secundaria...b) Análisis y discusión con líderes comunales c) Talleres y publicaciones...