



International Coffee Organization  
Organización Internacional del Café  
Organização Internacional do Café  
Organisation Internationale du Café

WP Board 1054/08

18 agosto 2008  
Original: inglés

C

Proyectos/Fondo Común

Junta Ejecutiva/  
Consejo Internacional del Café  
22 – 26 septiembre 2008  
Londres, Inglaterra

**Caracterización, mejor utilización y  
conservación de la diversidad del  
germoplasma *Coffea***

**Propuesta de proyecto**

### **Antecedentes**

1. Este documento ha sido presentado por el Centro Nacional de Investigaciones Cafeteras de Colombia (CENICAFE) en colaboración con la Universidad Cornell, y en él figura el resumen de una propuesta de proyecto encaminada a facilitar la caracterización, conservación y utilización de la diversidad genética del *Coffea*, y asegurar la sostenibilidad a largo plazo (social, económica y ambiental) de la producción de café. Es esencial para los programas de mejora genética y la conservación de los recursos genéticos hacer un cálculo de la diversidad genética de las cosechas que se cultivan. Toda conservación de los recursos genéticos exige la caracterización de la diversidad que se encuentra tanto en las agrupaciones de genes como en los bancos de genes.

2. La propuesta ha sido enviada al Comité Virtual de Revisión para su evaluación y será examinada por la Junta Ejecutiva en septiembre de 2008.

### **Medidas que se solicitan**

Se pide a la Junta Ejecutiva que examine esta propuesta junto con las recomendaciones del Comité Virtual de Revisión y, si fuere apropiado, recomiende su aprobación por el Consejo.

## RESUMEN DEL PROYECTO

1. **Título del proyecto:** Caracterización, mejor utilización y conservación de la diversidad del germoplasma *Coffea*
2. **Duración:** Cinco años
3. **Ubicación:** Todo el mundo mediante la Red Internacional del Genoma del Café (ICGN)
4. **Naturaleza del proyecto:** Alentar el alivio de la pobreza mediante actividades de investigación y desarrollo que aseguren la caracterización futura del germoplasma del *Coffea* para obtener una mejor utilización y conservación que promueva la sostenibilidad del sector.
5. **Descripción sucinta:** El principal objetivo de esta propuesta es contribuir a las iniciativas internacionales de la Red Internacional del Genoma del Café y de la comunidad científica cafetera internacional en todo el mundo para facilitar la caracterización, conservación y utilización de la diversidad genética del *Coffea*, y para asegurar la sostenibilidad a largo plazo (social, económica y ambiental) de la producción de café. Calcular la diversidad genética en las cosechas que se cultivan es esencial para los programas de mejora genética y la conservación de los recursos genéticos. Todas las actividades de conservación de recursos genéticos exigen la caracterización de la diversidad presente tanto en las agrupaciones de genes como en los bancos de genes.
6. **Costo estimado total:** US\$3.000.000
7. **Financiación que se solicita del Fondo:** US\$3.000.000
8. **Modalidad de financiación:** Donación

- 9. Cofinanciación:** CENICAFE, en colaboración con la Universidad Cornell, ha desarrollado los marcadores de repetición por microsatélite de serie única (SSR) que se usarán en este proyecto con financiación procedente de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Ministerio de Agricultura de Colombia. Se han creado más de 2.000 marcadores por microsatélite a partir de varias bibliotecas genómicas de café (bibliotecas pequeñas de inserción y una biblioteca grande de inserción de cromosoma artificial bacterial (BAC) que ha sido ordenada en serie para generar secuencias terminales de BAC y estará disponible para este proyecto. La biblioteca *Hind* III de BAC de *Coffea arabica* (cobertura de 10.6 x) está formada por 114.816 clones y se han tomado todas las impresiones digitales y ha sido ordenada en secuencias terminales de BAC para generar 144 Mb de secuencias (114.816 clones x 630 bp por BAC x 2 secuencias terminales). A partir de esas series se han hecho marcadores para cartografía y estudios de diversidad, microsatélites o SSR. Uno de los rasgos distintivos de los loci SSR es su hipervariabilidad, que está vinculada al potencial de expansión y contracción del propio motivo SSR. Ese rasgo, en combinación con la facilidad de amplificación de la reacción en cadena de polimerasa (PCR), los perfiles codominantes y el potencial de automatización los hacen ideales para el estudio de la diversidad genética en el *Coffea*.
- 10. Modalidad de cofinanciación:** n.a.
- 11. Contribución de contrapartida:** n.a.
- 12. Organismo de ejecución del proyecto (OEP):** CENICAFE, organismo técnico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, y la Universidad Cornell
- 13. Organismo de supervisión:** Organización Internacional del Café (OIC)
- 14. Fecha estimada de inicio:** Una vez que se obtenga la financiación

### **Objetivos específicos del proyecto:**

1. Proporcionar marcadores moleculares avanzados para la evaluación de las colecciones existentes *in situ* y *ex situ* de *Coffea*.
2. Crear instrumentos genómicos avanzados para la caracterización de germoplasma a fin de aumentar el uso de germoplasma de *Coffea* de los programas de mejora genética de todo el mundo.
3. Contribuir a la creación y puesta en práctica de estrategias de conservación confiables y eficaces en función de los costos con respecto al germoplasma de *Coffea* en colecciones *ex situ* e *in situ*.

Este proyecto contribuirá a las iniciativas de conservación en cuanto al café proporcionando marcadores moleculares robustos y apoyo a la obtención automatizada de genotipos para ayudar sistemáticamente a caracterizar la diversidad de germoplasma en el *Coffea* y a crear una plataforma para captar la diversidad, por ejemplo mediante la creación de series de cultivo de genomas para polimorfismo de ADN.

### **Componentes del proyecto**

1. Uniformar el uso de un conjunto de marcadores SSR, obtención automatizada de genotipos y un sistema de nomenclatura común con el fin de que los resultados de los análisis genéticos puedan ser interpretados con prontitud y fácilmente integrados en una base de datos de genomas.
2. Uniformar los métodos de evaluación más avanzados de obtención de genotipos para caracterizar la diversidad genética con miras a su conservación y crear un sistema de información con respecto a los recursos genéticos del *Coffea*.
3. Apoyar las iniciativas internacionales de colaboración por medio de la ICGN/OIC para mejorar la evaluación y caracterización del germoplasma y contribuir a las iniciativas mundiales de conservación de la diversidad.

La evaluación del germoplasma se llevará a cabo en paralelo, usando marcadores SSR automatizados con etiquetado fluorescente. Escogeremos primero un conjunto de marcadores SSR para el café que puedan ser transmitidos con confianza por sistema multiplex para la evaluación de germoplasma usando una sección de adquisiciones silvestres y algunas variedades cultivadas de café. Una vez que el conjunto de marcadores haya sido creado y puesto a prueba adecuadamente, se usará para obtener datos genotípicos sobre las adquisiciones de café procedentes de distintas colecciones de germoplasma. Se usarán secciones de cebadores con etiquetado fluorescente que puedan transmitir por sistema multiplex para pasar los microsátélites de café sobre las adquisiciones de germoplasma usando un programa informático de análisis y genotipos ABI Prism 3700 ADN. Los datos que se obtengan serán analizados con el fin de detectar diversidad alélica y realizar análisis de estructura de población (enlace de desequilibrio LD). Se usarán SSR para identificar la presencia de subgrupos identificables genéticamente dentro de una población, probándolos con respecto a LD para detectar asociaciones significativas entre alelos transmitidas juntas con fines selectivos.

Se creará una base de datos con aplicación de nuevos instrumentos algorítmicos para promover y facilitar un enfoque de sistemas que permitan estudiar la diversidad y adaptación del café (crear modelos y estructuras de datos para el café). Además, se adaptarán al café nuevas estrategias para ordenar en serie que usen nanotecnología, con el fin de dar un gran aumento al rendimiento de la ordenación en serie disponiendo millones de fragmentos de ADN en paralelo. Las diversas tecnologías difieren en los procedimientos que usan para disponer fragmentos de AND, usando por ejemplo cuentas recubiertas (454) o ADN unido directamente a chips (Solexa). Las lecturas más cortas que se producen ofrecen grandes retos bioinformáticos, en especial en cuanto a asamblea de genomas, pero los costos reducidos que suponen y su mayor exactitud hacen que sean de gran interés para lograr el objetivo de ordenar en serie especies *de novo* tales como el café y para obtener un sentido de la variación natural en el género *Coffea*. Esas nuevas plataformas de ordenación en serie de alto rendimiento se usarán para captar la diversidad como un enfoque más sistemático de la identificación de genes para la mejora de las cosechas y la creación de instrumentos genómicos sólidos que aceleren la selección y los genotipos. Esa información proporcionará el fundamento para la caracterización funcional detallada de los genes del café. La producción de instrumentos genómicos para la mejora genética y los genotipos ayudará a superar algunas de las principales restricciones en la mejora genética del café que han limitado la utilización de germoplasma dentro del género *Coffea*.

El grueso de la variación genética natural en los organismos está representado por pequeñas inserciones o supresiones conocidas como polimorfismos nucleóticos únicos (SNP). Su elevada frecuencia (5 por 1.000 bases en los humanos; 4 por 1.000 bases en el arroz; y 1-2 por 100 bases en el maíz) los hacen ideales para efectuar excelentes estudios de cartografía en genes candidatos. Comprender la dinámica evolucionaria de los genomas vegetales supone evaluar el nivel, patrón y distribución de los SNP. Esa información será muy útil para los fitomejoradores, dado que les ayudará a comprender el relativo valor de los distintos alelos con respecto a los genes de importancia agronómica en la agrupación de germoplasma. Se utilizarán nuevas tecnologías de ordenación en serie para la identificación de alto rendimiento de los SNP pertinentes en genomas complejos reordenando en serie partes no repetitivas de los genomas en un conjunto de múltiples adquisiciones. La aplicación de los datos de SNP generados con respecto a la genética de asociación exigirá una clasificación completa de los fenotipos de las adquisiciones en cuanto a rasgos múltiples (por ejemplo, tolerancia al estrés biótico y abiótico, calidad, etc.) en diferentes ambientes.

La aplicación de instrumentos genómicos avanzados a la caracterización de germoplasma en el *Coffea* permitirán la exploración intensificada del depósito de genes en las colecciones para conservarlos y facilitar su uso en programas de mejora genética. La mejora genética con ayuda de marcadores será uno de los primeros beneficios en cuanto a costos, al permitir seleccionar las plantas en una fase temprana y reducir una costosa labor sobre el terreno.

## **Beneficiarios**

Los principales beneficiarios de este proyecto serán los caficultores de todo el mundo (70% de los cuales son agricultores en pequeña escala) en más de 60 países productores de café. Además, este proyecto beneficiará a las instituciones de investigaciones cafeteras y finalmente a los consumidores de café. Obtener una mejor caracterización y conservación del germoplasma de *Coffea* en todo el mundo es uno de los objetivos de la ICGN y facilitará el desarrollo de nuevas variedades mejoradas. El uso de recursos genéticos del café es la innovación tecnológica más eficaz y razonable desde el punto de vista ambiental que puede proponerse para superar algunas de las principales restricciones que afectan a la producción mundial de café. A excepción de Etiopía, la diversidad genética de las variedades de *Coffea arabica* que se cultivan en todo el mundo es sumamente limitada, debido a la restringida fuente de materiales introducida originalmente y también a que el café de la variedad *Coffea arabica* es predominantemente autopolinizante. La caracterización de la diversidad del germoplasma facilitará programas de selección de nuevas variedades con mejor rendimiento y calidad unida a una buena adaptación, resistencia a la enfermedad y tolerancia al estrés abiótico.

Los bosques de África Central y Occidental, Madagascar y el sudoeste de Etiopía, así como los de países vecinos, son los centros de origen del *Coffea* y las fuentes primarias de la diversidad genética del café. Son una amenaza para todos esos depósitos de gran diversidad genética la deforestación que se hace con miras a usar el terreno para actividades agrícolas, las presiones de población y la penuria económica y, con ello, viene el peligro de que haya una fuerte erosión de la agrupación de genes del *Coffea*. Hasta ahora, muy poca de la diversidad genética que se encuentra en estado silvestre o en colecciones de germoplasma de todo el mundo ha sido explotada en programas de mejora del café. La caracterización de la diversidad genética dentro del género *Coffea* facilitará el uso de germoplasma para fijar como objetivo combatir algunas de las principales enfermedades y el estrés abiótico y obtener una producción mundial más sostenible. Sólo podrá alcanzarse plenamente un uso mayor y eficaz del germoplasma *Coffea* en programas de mejora genética cuando la diversidad haya sido minuciosamente caracterizada y conservada.

Los bancos de germoplasma sobre el terreno exigen considerables aportaciones durante largos períodos de tiempo en cuanto a tierra, mano de obra, mantenimiento, fenotipos, etc. Este proyecto contribuirá a caracterizar la diversidad y a priorizar el germoplasma que habrá de conservarse en bancos de germoplasma tanto *ex situ* como *in situ* para facilitar su utilización futura. Mediante la coordinación internacional de esta iniciativa y el uso de tecnología genómica, podemos aumentar la capacidad de resguardar, conservar y utilizar el germoplasma de *Coffea* que está en la actualidad desapareciendo en los ecosistemas forestales naturales. Las grandes diferencias que existen en tamaño, morfología y adaptación ecológica sugieren que la diversidad del *Coffea* es un recurso sin aprovechar.