

Mejoramiento Genético del Café en América Central



Selección de Clones
de Híbridos F1
de *Coffea arabica*
y Desarrollo
Tecnológico

Guatemala, Octubre 2011

Sede de la Secretaría Ejecutiva de PROMECAFE
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA,
Guatemala, Apdo. Postal 1815,

7ª Avenida 14-44, Zona 9, Edificio La Galería, Ciudad de Guatemala, 01901
Teléfono: (502) 2386-5908, Fax: (502) 2386-5923
Guatemala, Centro América
promecafe@iica.int / www.promecafe.org



The background features a soft-focus collage of coffee-related elements. On the left, there are clusters of bright red and green coffee cherries on a branch with large, light-green leaves. In the center, a map of Central America is filled with a pattern of red coffee cherries. To the right of the map, there are small images of a coffee branch with dark brown beans and a pile of dark brown coffee beans. In the bottom right corner, there are several large, unripe green coffee cherries on a branch.

*Mejoramiento Genético del Café
en América Central*

Indice

Presentación	3
1. Antecedentes	4
Mejoramiento Genético y Origen de los Híbridos F1	4
2. Objetivo.....	5
3. Consideraciones	6
Análisis de la variabilidad genética.....	6
Propiedad de los Híbridos F1	6
4. Reproduccion, Multiplicación y Siembra.....	8
Multiplicación comercial in vitro	8
Aclimatación y crecimiento en vivero.....	9
5. Características.....	11
Agronómicas	11
Adaptabilidad.....	11
Producción	11
Calidad de taza.....	12
Siembra en campo.....	12
6. Comentario Final.....	15



Híbrido F1
Foto: ICAFE



Híbrido F1
Foto: ICAFE

6. Comentario Final

El programa de mejoramiento genético, Híbridos F1, se viene desarrollando desde 1992 buscando solución a los problemas más importantes que afecta la caificultura de la región, realizando ampliación y caracterización de la base genética; Introducción de tipos silvestres; Mejoramiento de variedades arábicas y otras.

Gracias al esfuerzo de las instituciones Co propietarias de los Híbridos F1, la región cuenta con material genético de *C arabica* superiores y con variedades de café arabica, altamente competitivas en rendimiento y calidad. En las instituciones socias del proyecto, se mantienen capacidades operativas de los respectivos laboratorios de biotecnología, para la propagación clonal in vitro y conservación del material genético del proyecto de Híbridos F1. Laboratorios privados se han involucrado en este proceso y se espera que su desarrollo en campo sea un aporte importante para la caificultura de la región de PROMECAFE.



Híbrido F1
Foto: PROCAFE

Efectuar la poda de sombra en la misma época y forma como se acostumbra para los materiales convencionales. La respuesta a la poda es similar a las variedades actuales, por lo tanto, el manejo de poda y el manejo de sombra será el mismo que para los materiales convencionales.

Manejo de enfermedades y plagas

Este manejo debe ser convencional, con un manejo integrado basado en prácticas culturales, biológicas y químicas en focos. Los Híbridos presentan tolerancia a Roya (*Hemileia vastatrix*) y a nematodos de la raíz.



Híbrido F1
Foto: ICAFE

En el marco del Programa Regional de Mejoramiento Genético, desde 1992, con el apoyo del Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA- El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- y Centro Internacional de Investigaciones Agronómicas para el Desarrollo -CIRAD-, cuatro países Centroamericanos (Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica), iniciaron investigación con clones de Híbridos F1 de *Coffea arabica*. Estos clones, son el fruto de varios años de cooperación entre el CIRAD y el IRD (Instituto de Investigaciones para el desarrollo) con PROMECAFE y CATIE; específicamente sobre una selección de cafetos hecha por el CIRAD en descendencias híbridas existentes en Costa Rica; esto, con el propósito de crear variedades nuevas superiores a las existentes, más productivas, con cualidades agronómicas y organolépticas sobresalientes, resistentes a la roya y tolerantes a nematodos del cafeto. Este proyecto se desarrolló por la red PROMECAFE-IICA-CATIE, con apoyo financiero del Fondo de Tecnología Agropecuaria - FONTAGRO- y con la participación activa, tanto científica como financiera y logística, de las cuatro instituciones cafetaleras que aceptaron invertir en estas variedades promisorias: Asociación Nacional del Café -ANACAFE-, Guatemala; Fundación PROCAFE, El Salvador; Instituto Hondureño del Café -IHCAFE-, Honduras y el Instituto del Café de Costa Rica -ICAFE.

El presente documento, **Mejoramiento Genético del Cafeto en América Central, Selección de Clones de Híbridos F1 de *Coffea arabica* y Desarrollo Tecnológico para su cultivo**, forma parte de los acuerdos de los países. Contiene una propuesta de elementos mínimos comunes para su multiplicación, protección intelectual y desarrollo tecnológico en los países de la región; fue elaborado con el objetivo de constituirse en un documento de referencia para dar continuidad a la formulación de iniciativas nacionales y regionales; por lo que se pone a consideración de las instituciones socios del Programa.

Los conceptos expresados en el documento, constituyen responsabilidad de sus autores y no necesariamente representan la opinión del IICA y las demás entidades participantes y colaboradoras del Programa Regional.

1. Antecedentes del Programa

Las variedades de café cultivadas en América Central, provienen de una base genética muy estrecha. Por ello, en el marco de la cooperación entre PROMECAFE, CATIE, CIRAD, se inicio, a partir de 1992, un programa de mejoramiento genético del cafeto, aprovechando la diversidad genética de la importante colección de variedades de café que se encuentra en el CATIE. Esto, con el propósito de crear y seleccionar nuevos y mejores materiales de Coffea arabica, y poner a disposición de los caficultores, variedades nuevas, con una base genética más amplia, con respecto a la productividad, cualidades organolépticas, y posiblemente con mayor resistencia a las principales enfermedades que limitan actualmente la caficultura de la región, y tolerancia a las variaciones de algunos elementos del clima.

Mejoramiento Genético y Origen de los Híbridos F1

Los Híbridos F1, obtenidos por cruces entre las variedades comerciales Caturra o Sarchimor y los materiales genéticos de origen Etíope, provenientes de las prospecciones de 1962 de la FAO o de 1963 de la ORSTOM, han sido desarrollados agrónomicamente en la

región, en el marco de PROMECAFE, por las instituciones que velan por el cultivo de café en su respectivo país: ANACAFE, Guatemala, PROCAFE, El Salvador, IHCAFE, Honduras e ICAFE, Costa Rica; el CATIE, Costa Rica y el CIRAD, Francia; quienes hicieron aportaciones para el desarrollo de este material genético y para la coordinación científica.

Plantación joven de Híbridos F1
Foto: ICAFE



debe fraccionar la fertilización en tres aplicaciones, las dos primeras con Fórmula Completa a 45 gr/planta y la última con 30 g/planta de Nitrato de Amonio.

Una vez que entre en producción, se debería fertilizar de acuerdo a nivel de producción esperado como se detalla en el cuadro siguiente:

Producción estimada Fa/ha	KG/ha/año	
	Formula completa*	Nitrato de Amonio
20	550	152
40	800	197
60	1000	269

*La necesidad de fórmula completa, se basan en una fórmula con un contenido de 18% de nitrógeno (N). En el caso de utilizarse fórmulas con porcentajes de nitrógeno inferiores, la dosis deberá aumentarse en un 6,5% por cada unidad menos de nitrógeno y disminuirse en la misma proporción en caso contrario. Así por ejemplo, con una producción 40 Fa/ha si utilizamos una fórmula con 15% de N, se deberán aplicar 968 kg/ha y si la fórmula tuviera 21 % de N, se recomendarían tan solo 644 kg/ha.

Manejo de tejido de café y manejo de sombra

La respuesta a la poda de los híbridos F1 con base en la observación de la primera poda aplicada a los materiales manejados en las parcelas experimentales, manifiesta una respuesta similar a los cafetos de las variedades convencionales.

La edad de la planta para inicio de la poda depende del manejo de la plantación y las condiciones agroecológicas de la zona de cultivo.

Híbrido F1
Foto: PROCAFE



comerciales cultivadas actualmente: Caturra, Catuí, Pacas, Bourbón y Pacamara. Presentan menos de 4.5% de grano vano y rendimiento en beneficiado superior a 17%.

Calidad de taza

Las cataciones nacionales y regionales, realizadas durante cuatro años consecutivos, indicaron que los clones seleccionados producen una taza con cualidades organolépticas similares que las mejores variedades tradicionales, en las mismas condiciones de cultivo. Con una posibilidad de aumentar la calidad del café producido en zonas bajas, sembrando los clones seleccionados para esas altitudes.

Siembra en campo

Distancia de siembra

Considerando la arquitectura y el largo de bandolas del híbrido L13A44 se recomienda ampliar las distancias de siembra. Se sugiere utilizar una densidad de 4132 plantas por hectárea en diseño de siembra de 2,2 m entre hileras y 2,1 m entre plantas. Las investigaciones agronómicas que actualmente se conducen en Costa Rica, definirán el diseño y densidades de siembra más adecuadas para el manejo de los Híbridos.

Fertilización

En el año de siembra se recomienda realizar cuatro aplicaciones de fertilizante, la primera al momento de la siembra con una fórmula con alto contenido de fósforo como la 10-30-10 o MAP a una dosis de 30 gr/planta, las siguientes dos con Fórmulas Completas (18-5-15-6-3 o similares) a la misma dosis (30 g/planta) y la última antes de finalizar el período lluvioso con 20 gr/planta de Nitrato de Amonio. Durante el segundo año se

Una vez, ya se cuenta con material genético con posibilidades de creación de variedades aptas para ser desarrolladas, se propone: 1. Que esas variedades sean multiplicadas y aclimatadas para establecer ensayos en los países de PROMECAFE; 2. Después de un período de desarrollo se cree un mecanismo que regule su liberación, distribución, tecnología optima para su utilización. Se conviene entonces la necesidad de formar un mecanismo que asegure la perennidad del proyecto y señale las funciones, responsabilidades, reglas y mecanismos legales e institucionales para el manejo, venta, utilidades y otros aspectos sobre los productos generados. Se crea el Comité Técnico del proyecto, encargado de las funciones antes señaladas y se hace declaración sobre el "Derecho de propiedad del nuevo material genético desarrollado por el proyecto".

A partir de los ensayos regionales con 19 Híbridos F1 en sus fases de evaluación sobre características agronómicas, producción, rendimiento y cualidades organolépticas, resistencia a la enfermedad roya del cafeto y tolerancia a nematodos, entre los años 1992 a 2005, se seleccionaron tres como Híbridos candidatos a constituir nuevas variedades y se acuerda poner nombre a estos y se definen convenios para las etapas siguientes del proyecto.

Cuadro 1. Nombres de los Híbridos seleccionados

Nombre Seleccionado	Hibrido Correspondiente
Centroamericano	L13A44
Milenio	L12A28
Casiopea	L04A34

Fuente: PROMECAFE

2. Objetivo

Concretadas las etapas previas, de creación de las variedades, su evaluación y su desarrollo tecnológico, existe información suficiente para realizar la liberación oficial de estas

variedades y continuar investigando aspectos técnicos para su explotación óptima en condiciones de campo. El objetivo de este documento es dar a conocer el proceso de desarrollo de estos materiales y las condiciones especiales de explotación en campo que deben cumplirse para conservar sus características.

3. Consideraciones

Análisis de la variabilidad genética en muestras de Coffea arabica

El estudio de caracterización molecular a estos materiales, es la manera de respaldar que estos son los originados por el proyecto. PROMECAFE, realizó con la Universidad de Costa Rica, el estudio: Análisis de variabilidad genética en muestras de Coffea arábica. La determinación de la variabilidad genética en organismos usando técnicas basadas en ADN, es de gran utilidad para estudios ecológicos a nivel de poblaciones o identificación de cultivares y materiales genéticos de origen silvestres. El objetivo del estudio fue utilizar marcadores moleculares tipo AFLP, para tratar de diferenciar y relacionar 71 individuos de Coffea arábica provenientes de colecciones de CICAPE y CATIE. De los resultados, se resume que las plantas madre de estos materiales son originales y que los 3 Híbridos seleccionados que ahora se desarrollan en la región, si son hijos de estas plantas madre constituyéndose en la única familia F1.

Propiedad de los Híbridos F1

La propiedad del material genético de los Híbridos F-1, corresponde en proindivisión y por iguales partes a las instituciones ANACAFE, ICAFE, PROCAFE, IHCAFE, CATIE y CIRAD. Dicho material genético se concreta en las plantas madres, las cuales son igualmente propiedad de los Co-Propietarios. En virtud de lo anterior, se elaboró el documento,

5. Características de los Nuevos Materiales

Agronómicas

Los cafetos (L13 A44 y L12 A28), a los 5 - 6 años de siembra, presentan tronco grueso de 4.0 - 5.5 cm de diámetro, a 40 cm del suelo; es un arbusto de porte medio (2.0 - 2.40 m. de forma o arquitectura piramidal, de eje vertical con entrenudos cortos (4.5 - 5.0 cm.), concentrados en la parte media central, con ramas o bandolas largas (85 - 95 cm.) de entrenudos cortos (4.0 - 4.5 cm.), follaje abundante y brote de color verde claro, con ramificación secundaria y terciaria muy marcada;. La hoja fisiológicamente normal es de color verde oscuro, alcanza un ancho de 9.2 cm., y de largo 19.1 cm., es ligeramente corrugada cuando joven. El ángulo de la bandola, respecto al eje vertical, es de 45 - 50 grados con ramificación secundaria y terciaria muy marcada.

Adaptabilidad

El trabajo de los institutos de café de la región con estos materiales, se desarrollan en distintas zonas geográficas. Las primeras evaluaciones permitieron analizar el comportamiento en el campo de los diferentes materiales en productividad, conformidad genética de las plantas y calidad de taza, entre otros.

Las variedades seleccionadas han mostrado buena adaptabilidad a diferentes alturas y zonas cafetaleras, comprendiendo alturas bajas desde 800 msnm; medias de 1000 a 1200 msnm; y altas, más de 1200 msnm.

Producción

Actualmente, los Híbridos F1 se encuentran en validación comercial en campo y multiplicación comercial in Vitro, en acuerdos con empresa privada. Algunos de estos materiales han presentado una productividad que supera en más del 30% a variedades



Una vez realizada la siembra de las plántulas, los substratos son saturados con agua y colocados durante 7 días en el túnel cubierto con zarán 80/20, a temperatura diurna de 33°C y nocturna de 20° y humedad relativa de 95 %, sin riego.

Posteriormente, se retira el zarán y se modifica la humedad relativa a 85 % durante otros 7 días. La fase de aclimatación finaliza a la tercera semana, eliminando el túnel e implementando un programa de riego de 15 minutos tres veces al día y manteniendo la temperatura y humedad relativa de 80 %. Los resultados muestran sobrevivencia de plantas del 84% a las 6 semanas de iniciado el proceso.

Una vez que las plantas han crecido hasta tener su primer par de hojas verdaderas, se aclimatan en bandejas plásticas durante tres meses; luego se colocan en bolsas plásticas. En estas condiciones permanecen creciendo bajo zarán durante tres a cuatro meses y luego se llevan a campo.



Aclimatación de plantas en bandejas
Foto: CATIE



Desarrollo de plantas en bolsa
Foto: CIRAD

Convenio de Administración, Reproducción, Valorización y Explotación de los Híbridos F-1. De conformidad con este, los socios propietarios de los materiales acordaron suscribirlo, en el marco de las consideraciones siguientes:

- Mantener en PROMECAFE y los institutos socios, el control de la información derivada de las acciones que se tomen en relación con plantas madres y estos nuevos materiales, multiplicación, distribución, siembra en campo, royalties y otros. Las instituciones de café, juegan un papel importante en el control y desarrollo de los Híbridos F1, y únicamente serán responsables de los materiales que sean ingresados bajo su coordinación.
- Únicamente los Co propietarios que cuenten con la disponibilidad de las plantas madres, podrán ofrecer garantía de origen de los materiales. Estos, velarán porque las reproducciones cuenten con este requisito. Para la multiplicación en otros laboratorios contratados por los Co propietarios, ésta deberá realizarse con el material de las plantas madres que se encuentran en los países, y bajo convenios específicos con el Co propietario.
- Asegurar la conservación de las plantas madres, que constituyen la base para todo programa de multiplicación. PROMECAFE, en coordinación con los socios del proyecto, apoyara el lote de plantas madres en CATIE, y la logística para envío de estos materiales a los países.
- Los laboratorios de biotecnología con capacidad para la propagación in vitro y conservación del material genético son, actualmente, CATIE; ECOM/CIRAD; AGRIBIOTECNOLOGIA; y un cuarto que se implementa en IHCAFE, Honduras. Algunos institutos están realizando compras, mediante convenios con estos laboratorios.

- Debido a que los materiales híbridos son producto de la clonación de una planta, primera generación originaria de un primer cruce, estas deben ser producidas por cultivo in vitro, que es la forma de multiplicación vegetativa que de momento ha dado los mejores resultados. Estos materiales no deberán ser reproducidos por semilla pues no garantiza que las características por las cuales fueron seleccionadas, se mantengan.

4. Reproducción, Multiplicación y Siembra de Plantas de Híbridos F1

Multiplicación comercial in vitro

La biotecnología ha ido a la par del avance del programa de mejoramiento genético, para facilitar la multiplicación in Vitro de los nuevos materiales y la transferencia a los laboratorios establecidos en los países socios. El laboratorio de biotecnología del CATIE, soporta este programa con la formación de personal de los institutos de cada país socio de PROMECAFE, así como la conservación y distribución de estos materiales. El desarrollo y la optimización del proceso de micro propagación de café, ha sido realizado

en el CATIE y laboratorios privados, mediante un fuerte componente de investigación, así como de evaluaciones en vivero y campo.

Para obtener la regeneración de embriones somáticos se utiliza la técnica de embriogénesis somática indirecta o de alta frecuencia, por ser la vía más eficiente de multiplicación de estos



Embriones de café
Foto: CATIE



Plantas in Vitro, primeros estados de desarrollo
Foto: CATIE

materiales; esta consiste en colocar el explante foliar en medios de cultivo para obtener un callo embriogénico y luego la conversión de células embriogénicas en embriones somáticos con ayuda de suspensiones celulares y bioreactores de inmersión temporal (RITAS).

Ventajas de la multiplicación comercial in vitro del café

- Tiene alta productividad comparándola con los otros métodos de multiplicación asexual (injertos, estacas)
- Los costos de producción de plantas son relativamente bajos por la utilización de medios líquidos y la automatización de una parte del proceso
- La conformidad genética de las plantas producidas se afecta poco

Aclimatación y crecimiento en la etapa de vivero

La fase final del proceso de propagación in vitro del café, es la fase de endurecimiento o aclimatación, que debe darse paulatinamente a las plántulas con el fin de adaptarse a las nuevas condiciones de humedad, luz, temperatura y fuentes nutritivas. Diferentes sustratos, previamente esterilizados para utilizar durante la aclimatación, han sido evaluados en Costa Rica, con buenos resultados: Suelo + Fibra de Coco (1:1), Suelo + Compost de Broza + Cascarilla de Arroz (2:1:1), Suelo + Abono Orgánico + Cascarilla de Arroz (2:1:1), y Turba en pellet (Jiffy) (Peat moss Jiffy #7, en pellet 30mm). Los sustratos han sido colocados en bandejas plásticas de 98 unidades (7x14): 1 1/4 de ancho y 2 pulgadas de profundidad. Los pellets #7 colocados en su soporte, con capacidad de 150 plántulas.

Bandejas utilizadas para los diferentes sustratos
Foto: ICAFE

