

Café

en CIRAD



Coffee
at CIRAD



Variedades del futuro al servicio de los productores

Mejoramiento de *Coffea arabica* en América Central



Las variedades tradicionales de América Central – Borbón, Típica, Caturra, Catuai — proceden de una base genética muy estrecha. Sin embargo, dichas variedades, apreciadas por el consumidor por sus cualidades sensoriales, son sensibles a las principales enfermedades. El CIRAD, en asociación con las instituciones de investigación en café de América Central, ha obtenido variedades híbridas más productivas que las líneas tradicionales y más resistentes a los nemátodos y a la roya.

Híbridos que ofrecen un café de calidad

Más de 100 familias obtenidas por polinización manual en árboles pertenecientes a tres grupos (Caturra/Catuai, Catimor y cafetos silvestres etíopes) han sido sembradas y seleccionadas en Costa Rica. Los 19 candidatos seleccionados al final de esta primera etapa:

- producen entre 20 y 50% más que las mejores variedades actuales;
- son mucho más precoces que las variedades tradicionales;
- tienen un vigor vegetativo que permite una mejor estabilidad (menos fluctuaciones de un año para el otro);
- ofrecen una calidad en la taza igual o superior a la de los testigos Caturra, referencia actual en materia de calidad en el mercado.

Desde 1999, estos candidatos han sido multiplicados en forma de clones por embriogénesis somática, la técnica de multiplicación *in vitro* que mejores resultados está dando. Dichos clones están en curso de evaluación en fincas de productores de El Salvador, Guatemala, Honduras y Costa Rica en una

amplia red de parcelas experimentales, arrojando resultados muy promisorios en términos de precocidad y productividad.

Híbridos resistentes a las enfermedades

Ciertos híbridos seleccionados ofrecen resistencia a los nematodos endoparásitos de las raíces de tipo *Meloidogyne* y a la roya (*Hemileia vastatrix*).



Ciertos híbridos ofrecen resistencia a los nematodos. A la izquierda, raíces de árbol sensible; a la derecha, raíces de híbrido resistente.

© F. Anzueto

Socios

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)
IRD (Institut de recherche pour le développement, Francia)
PROMECAFÉ (Programa Cooperativo para la Protección y Modernización de la Caficultura de Centroamérica, Jamaica y República Dominicana)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café
Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Preservar los ingresos de los productores y la durabilidad ecológica

A través de su manejo racional, los híbridos obtenidos producen más que las variedades tradicionales y requieren menos insumos (plaguicidas y abonos). Estos permiten por lo tanto un incremento en los ingresos de los productores.

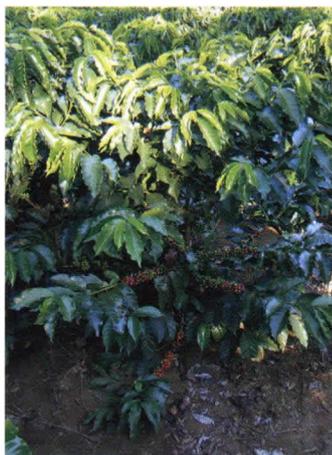
Estos híbridos soportan una sombra densa. La utilización de la sombra, factor de durabilidad ecológica para el cafetal, y la reducción de los costos relacionada con este tipo de cultivo, garantizan una mejor durabilidad de la explotación. Además, datos recientes de la investigación indican que estos híbridos se adaptan mejor a condiciones de cultivo difíciles.

¿Como difundirlos?

La difusión masiva de los mejores candidatos puede hacerse por embriogénesis somática, utilizándose el bioreactor RITA® para una multiplicación a gran escala.



Híbrido entre una variedad tradicional de Caturra y un cafeto silvestre de Etiopía. Su producción es notablemente precoz.



© B. Bertrand

Los híbridos cultivados bajo sombra producen más que las variedades tradicionales en pleno sol.

Un proyecto regional para un producto internacional

Desde 1991, los países de América Central y del Caribe, unidos en la red de investigación PROMECAFE, en cooperación con el CIRAD, el IRD, el Ministerio francés de Relaciones Exteriores y el CATIE, están financiando el proyecto de creación de variedades mejor adaptadas a la caficultura regional que las variedades tradicionales.

Desde ya, dichas variedades están en fase de validación con torrefactores industriales, en particular por sus características organolépticas, que es un factor esencial para el reconocimiento de la calidad en el mercado. La calidad en la taza de café producida mediante estos híbridos debe ser igual o superior a la de las variedades tradicionales.

Gracias a sus numerosos contactos con los torrefactores, el CIRAD es un intermediario entre países productores e industriales. De esta manera, ayuda a concretar los esfuerzos de selección regional realizados con sus socios de América central, que deberían contribuir próximamente a una amplia difusión de los híbridos entre productores de América Central y del Caribe.

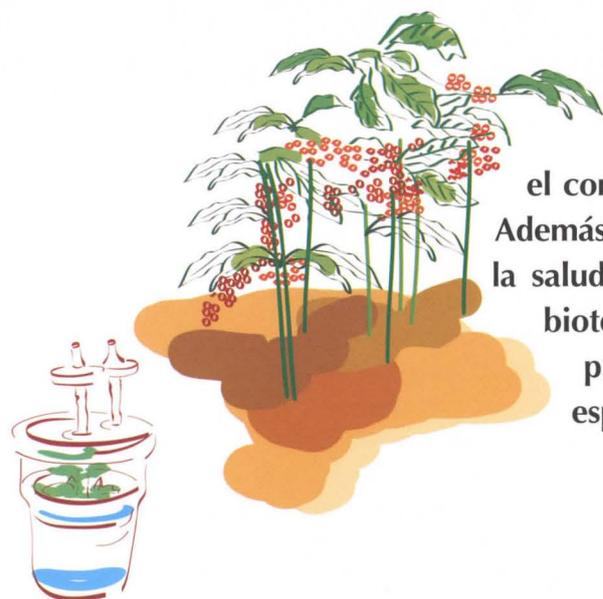
Para más información

Pierre Charmetant
CIRAD
C/o IICA, Apartado 55
2200 Coronado, San José, Costa Rica
pierre.charmetant@cirad.fr
Teléfono/fax: +506 225 98 94

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) financia parcialmente el proyecto de creación varietal. El Ministerio francés de Relaciones Exteriores apoya desde hace más de 20 años el proyecto PROMECAFE y la actividad del CIRAD en América Central.

Biotechnología y cafetos

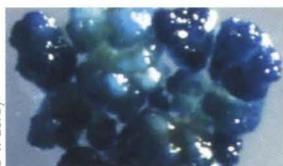
Creación de plantas resistentes a insectos dañinos



El minador de la hoja (*Perileucoptera* spp.) es una plaga que afecta a los cafetales de África del Este y Brasil. Cuando la infestación es muy severa se hace necesario el control químico de estos insectos para garantizar su protección. Además de su costo, este tipo de manejo presenta siempre riesgos para la salud humana, el ambiente y la biodiversidad. Los instrumentos biotecnológicos ofrecen otra alternativa: hacer que la planta produzca directamente una proteína capaz de limitar específicamente el desarrollo de las orugas de los lepidópteros.

Cafetos modificados genéticamente resistentes al minador de las hojas

Para crear cafetos resistentes al minador, se seleccionaron proteínas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Dichas proteínas insecticidas tienen la ventaja de ofrecer una total inocuidad para la salud humana y se utilizan ampliamente en la lucha biológica. El gen natural *cry1Ac* de *Bacillus thuringiensis*, que codifica la proteína activa contra las orugas del minador, ha sido optimizado para una mejor expresión en las plantas. Dicho gen, asociado con genes marcadores, ha sido introducido en células indiferenciadas de cafetos mediante la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Se obtuvo de esta manera plántulas genéticamente modificadas de varios genotipos de *Coffea* – Arábica o Robusta – mediante regeneración *in vitro*.



Callo de café transgénico que expresa un gen marcador que da la coloración azul.

Se realizó la caracterización molecular de las plantas para conservar únicamente aquellas cuyo gen había sido introducido correctamente. Se ensayó asimismo su resistencia al minador en el laboratorio. Para ello, se infestó de forma voluntaria con estos insectos a plantas jóvenes y se observó el desarrollo eventual de galerías en las hojas.



© J.L. Pradon

Vista general de la parcela de cafetos transgénicos.

Evaluar plantas en el campo, una necesidad bien controlada

Para validar la eficacia de los trabajos llevados a cabo en el laboratorio y evaluar el eventual impacto de dichas plantas en el ambiente, el CIRAD obtuvo de la Comisión del genio biomolecular (CGB) la autorización para hacer un ensayo de cultivo en el campo. La CGB autorizó el CIRAD a que lleve a cabo este ensayo en Guyana francesa por un período de cinco años (acuerdo n° B/FR/98.08.07), después de los cuales las plantas serán destruidas. Se garantizó de esta manera la pertinencia del dispositivo, su seguridad, y el seguimiento del ensayo en cuanto a sus efectos en el ambiente. El Servicio local de protección de vegetales (SPV) garantiza el control sistemático de los ensayos.

Por lo tanto, en mayo del 2000, unas mil plántulas *in vitro* han sido introducidas en Guyana, bajo control del SPV, y luego sembradas en el campo.



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Actividades de investigación

Las investigaciones en curso se interesan en las características agronómicas de los cafetos y en el eventual impacto de la técnica sobre el medio ambiente. Con estos ensayos se busca alcanzar cinco objetivos.

- Comparar el comportamiento agronómico de los cafetos genéticamente modificados con un testigo no modificado.
- Evaluar, en el campo, la resistencia de las plantas al minador sudamericano.



Hoja que presenta galerías del minador de las hojas.

© B. Perthuis

• Apreciar la diseminación del gen *cry1Ac* por el polen: con este propósito, se sembraron específicamente 21 microparcels de cafetos "comunes" a varias distancias del sitio para captar el polen de los cafetos del ensayo. El seguimiento de uno de los genes marcadores permitirá evaluar la diseminación del polen en el medio ambiente.

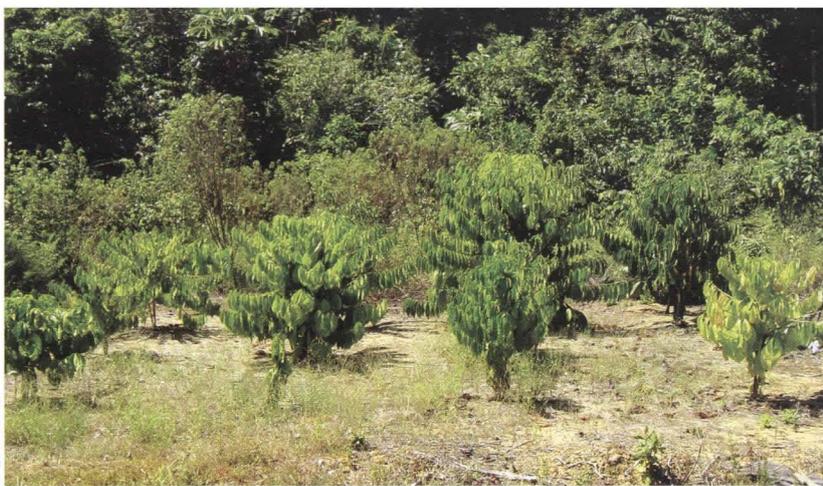
• Estimar, en el campo, el impacto de las plantas en las poblaciones de abejas de la zona del ensayo: algunas colmenas han sido colocadas a proximidad del sitio y en una parcela testigo alejada del ensayo. Se está realizando un seguimiento comparado del desarrollo de dichas colmenas y sus productos (miel, jalea real).

• Observar eventuales modificaciones de la entomofauna: conteos selectivos comparan las poblaciones de familias de insectos propios del cafeto del lugar a las poblaciones de una parcela testigo instalada a unos cientos de metros del ensayo.



© R. Philippe

Cafeto susceptible (1) y cafeto resistente (2) al minador de las hojas en el laboratorio.



© B. Perthuis

Bosquecillo que sirve para captar el polen alrededor de cafetos transgénicos.

Perspectivas

Los trabajos emprendidos por el CIRAD desde hace unos diez años en el campo de la biotecnología aplicada al cafeto y los resultados del ensayo que se está llevando a cabo, llevaron a elaborar una estrategia de manejo integrado de las plagas entomológicas del cafeto. Con el control químico racional, las buenas prácticas agronómicas, el control biológico y el uso de trampas, la utilización de plantas resistentes obtenidas mediante modificación genética constituye un instrumento adicional para combatir las plagas. A partir del modelo elaborado con el minador de las hojas, se están llevando a cabo trabajos para ampliar esta estrategia para manejar la broca del fruto y el barrenador de los troncos de los cafetos.

Se trata, sin embargo, de una estrategia a largo plazo. Se está estudiando las plantas del ensayo únicamente con fines de conocimiento. Una difusión a larga escala de cafetos transgénicos no se puede contemplar antes de muchos años, tomando en cuenta las etapas que hay que franquear tanto en el plano de las construcciones genéticas experimentadas, como por el impacto de esta tecnología sobre el comportamiento agronómico de las plantas, el ambiente y la seguridad sanitaria del café.

Para más información

Dominique Nicolas,
CIRAD, bd de la Lironde
TA 80 / PS3
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
dominique.nicolas@cirad.fr
Teléfono: +33 4 67 61 71 84
Fax: +33 4 67 61 65 69

El análisis sensorial del café

Una herramienta para el sector,
de los productores a los torrefactores



El aroma, el sabor y el gusto de la taza de café dependen de una multitud de factores: efectos del medio, prácticas humanas, mezcla de distintos orígenes, torrefacción, método de preparación de la bebida... Un cambio en esta compleja cadena provoca variaciones de sabor. Para evaluarlas y cuantificarlas hay que catar el producto.

Para conocer la calidad de un lote de café, no basta con analizar físicamente los cafés verdes sino que debe completarse con un análisis organoléptico en taza.

En efecto, no siempre existe relación entre la cantidad de defectos y la calidad de la bebida. Si un grano sobrefermentado puede contaminar un paquete de café, es difícil detectar la diferencia entre un lote sano y un lote que contiene menos de un 40% de granos perforados por un insecto, la broca.

¿Qué es el análisis sensorial del café?

La catación se ha convertido en un método científico que proporciona una imagen sensorial de un producto y permite:

- detectar o medir diferencias, a veces mínimas, entre productos;
- describir un producto estableciendo su perfil sensorial;
- apreciar la calidad o evaluar la aceptabilidad del producto por el consumidor.

Las propiedades sensoriales del producto son evaluadas por un jurado de 12 a 15 personas formadas según las reglas de la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR).



Laboratorio de análisis sensoriales del CIRAD: cata de café.

© Dévouard/Réa/60 millions de consommateurs



© J.J. Perriot

Entrenamiento y selección de catadores de café en Costa Rica.

La metodología sensorial emplea como "instrumento de medida" a un grupo de catadores para tener en cuenta estadísticamente la variabilidad de las percepciones individuales de los consumidores. Los análisis estadísticos nos informan de la confiabilidad de los catadores y de los resultados. El tipo de test y las herramientas estadísticas que se empleen dependerán de los objetivos de la catación: por ejemplo, una prueba triangular para verificar la conformidad de una fabricación con relación a un estándar, un test descriptivo para comparar fabricaciones de orígenes diferentes.

Las prácticas de análisis sensorial están reguladas por normas francesas e internacionales: AFNOR 2002, ISO.



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Los objetivos del análisis sensorial

El análisis sensorial del café responde a los siguientes objetivos:

- describir el café;
- evidenciar un defecto organoléptico y encontrar el origen;
- evidenciar el efecto de factores exteriores;
- caracterizar los cafés de distintos terruños;
- poner a punto nuevos productos;
- comparar un café con los estándares del mercado.

Unas pruebas útiles para todo el sector

- Los productores y los exportadores pueden seguir una formación de análisis sensorial que les permita identificar los buenos cafés y los principales defectos. El análisis sensorial les permite valorar adecuadamente el impacto de sus decisiones en términos de cultivo, tecnología o almacenamiento.
- La mayoría de comercializadoras catan los cafés oro que reciben.
- Los industriales también prueban la calidad de los lotes puestos en venta.
- Los investigadores utilizan pruebas organolépticas para conocer el impacto de nuevas variedades, de las prácticas de cultivo...

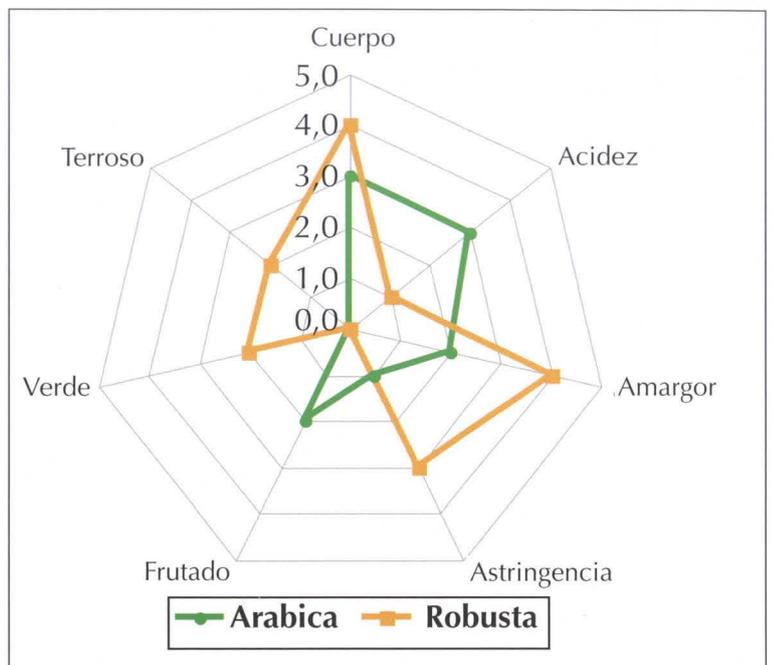


© J.J. Perriot

Un instrumento que puede aplicarse sobre el terreno

Crear un laboratorio funcional de análisis sensorial y formar jurado de catación requiere un buen conocimiento de las técnicas y de la práctica. Los expertos del CIRAD intervienen sobre el terreno para apoyar, seleccionar y, seguidamente, formar jurados de catación. Posteriormente, se puede evaluar la confiabilidad del nuevo laboratorio mediante pruebas comparativas con el laboratorio del CIRAD.

Además, el laboratorio de análisis sensorial del CIRAD imparte cursos prácticos de larga duración (dos a seis meses) sobre análisis sensorial del café, gestión de un jurado y estadísticas.



Diferencias organolépticas entre los cafés Arabica y Robusta.

Granos de café verde Robusta.



Selección y entrenamiento de jueces en Nicaragua.

© P. Vaast

Para más información

Jean-Jacques Perriot
y Fabienne Ribeyre,
CIRAD, 73 rue Jean-François Breton
TA 80 / 16
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
jean-jacques.perriot@cirad.fr
fabienne.ribeyre@cirad.fr
Tel.: +33 4 67 61 58 92
Fax: +33 4 67 61 59 55

La antracnosis de los frutos

Una amenaza para el cultivo del cafeto Arábica en el mundo



La antracnosis de los frutos o CBD (*Coffee Berry Disease*), causada por el hongo *Colletotrichum kahawae*, provoca una podredumbre de la fruta del cafeto Arábica y provoca pérdidas promedio del 40% de la cosecha pudiendo alcanzar el 80%. Esta enfermedad fue reportada por primera vez en 1922 en Kenia y se ha extendido progresivamente a todas las zonas de producción de *Coffea arabica* de África. Representa una grave amenaza para las grandes zonas de producción de Arábica del Mundo.

Hacia un manejo integrado para una mejor remuneración del productor

El control químico, que sigue siendo el principal medio de control, es difícil de implementar y es poco respetuoso del ambiente. Este además es costoso, en un contexto de pequeñas plantaciones enfrentadas a una crisis económica sin precedentes.

La utilización de variedades que presentan caracteres de resistencia duradera y un manejo razonado de las plantaciones le permiten al productor mantener la productividad y ejercer un mejor control de los costos de producción, a la vez que ayudan a proteger el ambiente. Desde hace muchos años, el CIRAD se ha dedicado a desarrollar esta estrategia, en particular en Camerún donde



© D. Breyse

Plantación tradicional de Arábica bajo sombra.

ha sido seleccionada la variedad Java que presenta características de resistencia al CBD y han sido propuestas nuevas recomendaciones técnicas que permiten un control químico razonado.

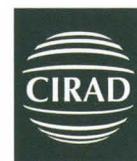


© D. Breyse

Síntomas de la antracnosis de los frutos del cafeto Arábica.

Socios

CRF (Coffee Research Foundation, Ruiru, Kenia)
LICT/CIFC (Instituto de Investigação Científica Tropical / Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (Portugal))
IRAD (Institut de recherche agronomique pour le développement, Camerún)
IRD (Institut de recherche pour le développement, Francia)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Sinergias: investigación en cooperación

El CIRAD ha emprendido con Camerún, Kenia y Portugal un programa de investigación financiado por la Unión Europea. De esta manera, se han identificado fuentes de resistencia en algunos cafetos Arábica silvestres procedentes del centro de diversificación de la especie en Etiopía, y en el Catimor (híbrido interespecífico). Los programas de hibridación en curso toman en cuenta la resistencia y la productividad, pero también la calidad del producto en la taza. Con el fin de acelerar la selección se está realizando, en colaboración con el IRD, la identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia a la antracnosis de los frutos. Todas estas investigaciones se apoyan en el estudio de la diversidad genética del agente patógeno hecho a escala del continente africano. Se está estudiando además el desarrollo espacio-temporal de la enfermedad en distintos contextos agro-ecológicos, en rela-



Escala de sensibilidad a la antracnosis de plántulas del café Arábica.

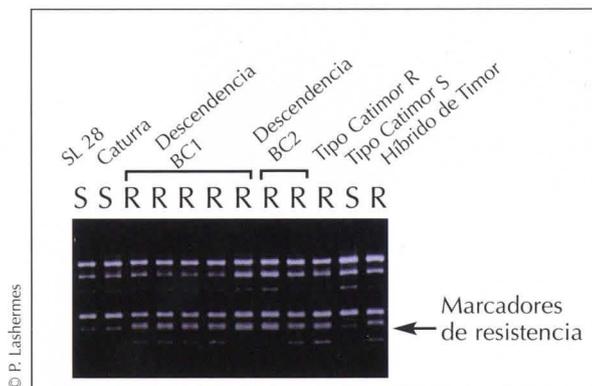
© D. Bieysse

ción con la fenología de la planta, para elaborar estrategias de manejo integrado de la antracnosis. Se han propuesto de esta manera recomendaciones técnicas orientadas a limitar el desarrollo de la enfermedad.

Objetivos de las investigaciones

En la actualidad, las investigaciones responden a cinco grandes objetivos:

- Identificar nuevas fuentes de resistencia y difundirlas a través de híbridos;
- Llevar a cabo un programa de selección asistida con marcadores;
- Crear variedades con resistencia duradera;
- Comprender el origen y la evolución de la enfermedad;
- Proponer a los productores recomendaciones técnicas que les permitan limitar los tratamientos.



© P. Lashermes

Ejemplo de marcadores de resistencia al CBD (R: resistente, S: sensible).

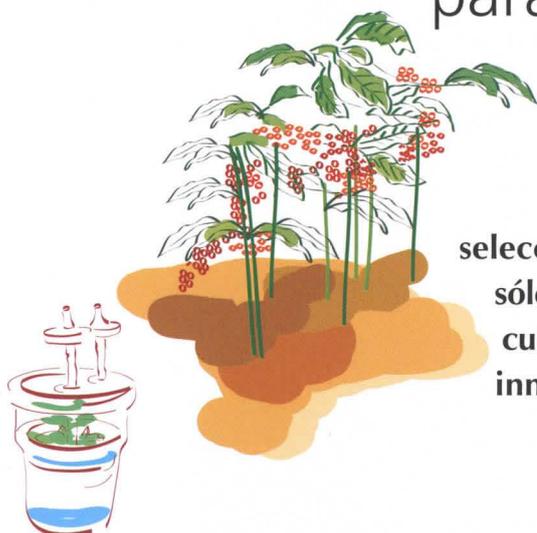
Para más información

Pierre Charmetant
CIRAD
C/o IICA, Apartado 55
2200 Coronado, San José, Costa Rica
pierre.charmetant@cirad.fr
Teléfono/fax: +506 225 98 94

Daniel Bieysse
CIRAD, TA 40 / 02
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
daniel.bieysse@cirad.fr
Teléfono: +33 4 99 62 48 03
Fax: +33 4 99 62 48 48

Nuevas variedades híbridas en *Coffea canephora*

Una alternativa a las variedades clonales para los productores



Una de las mayores limitantes para el cultivo del cafeto *Coffea canephora* en África es el bajo índice de utilización de material vegetal seleccionado. Para Côte d'Ivoire, por ejemplo, este material sólo representa aproximadamente el 10% de la superficie cultivada con café. Las variedades híbridas constituyen una innovación atractiva para los productores.

Las limitaciones del material vegetal actual

Por regla general, se cultivan tres tipos de material vegetal.

Material no seleccionado

Las plantas de café se obtienen a partir de semillas tomadas de poblaciones locales genéticamente heterogéneas. Su potencial de producción anual es bajo, alrededor de 400 kilos de café comercial por hectárea.

Variedades clonales

Dichas variedades, constituidas por una mezcla de por lo menos cinco clones, son distribuidas en forma de estacas. La estricta alogamia de *C. canephora* es la que impone esta mezcla. El potencial de producción de las variedades clonales es interesante, del orden de 2 400 kilos de café comercial al año por hectárea.



Cafetos Robusta en flores.

Semilleros de *C. canephora* provenientes de granos: etapa "soldadito" y cotiledones abiertos o "mariposas".



© Cirad

Sin embargo, la producción de estacas requiere de infraestructura pesada y costosa. Las últimas décadas han mostrado los límites, rápidamente alcanzados, de la multiplicación a gran escala de los clones y de su difusión a los productores. Por falta de clones, estos últimos terminaron utilizando material no seleccionado.

Variedades híbridas

Dichas variedades se distribuyen en forma de semillas producidas en campos semilleros biclonales. Las semillas son relativamente fáciles de producir y de difundir — 1 600 kilos al año por hectárea — sin embargo, la productividad de estos híbridos resulta inferior a la productividad de los clones. La identificación de variedades híbridas de *C. canephora* tan productivas como las variedades clonales es por lo tanto uno de los desafíos mayores para el desarrollo del cultivo de este cafeto.

Socio

CNRA (Centre national de recherche agronomique, Côte d'Ivoire)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes
Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

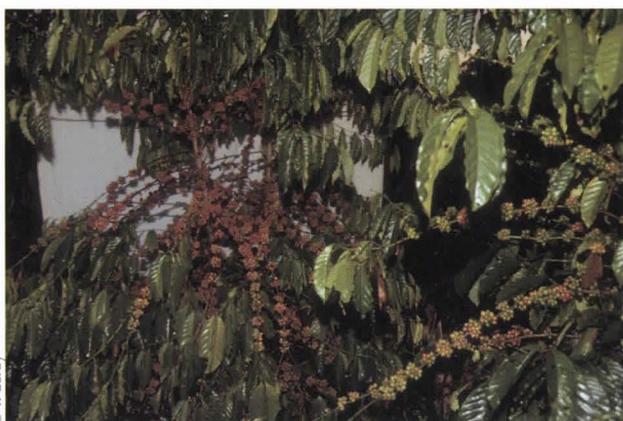
La creación de nuevas variedades híbridas

En 1985, un programa de selección a largo plazo principió en Côte d'Ivoire para optimizar la creación de variedades híbridas. A principios de los años 2000, este programa permitió efectivamente obtener diez variedades híbridas cuya producción es estadísticamente superior o igual a la del testigo clonal 461, uno de los clones más productivos actualmente distribuidos en Côte d'Ivoire. Una de esas variedades híbridas llegó a alcanzar una producción de 3,4 toneladas de café comercial por hectárea al año, superando en unos 40% al clon 461. La arquitectura frondosa de las nuevas variedades facilita la cosecha y permite una mejor cobertura del suelo. En menos de veinte años, la selección recurrente recíproca ha permitido por lo tanto duplicar el potencial de producción de los híbridos y les ha permitido rebasar aun la producción de los mejores clones distribuidos en la actualidad.

Hacia una mejor productividad

Dicho resultado constituye un avance decisivo en el mejoramiento de *C. canephora* para:

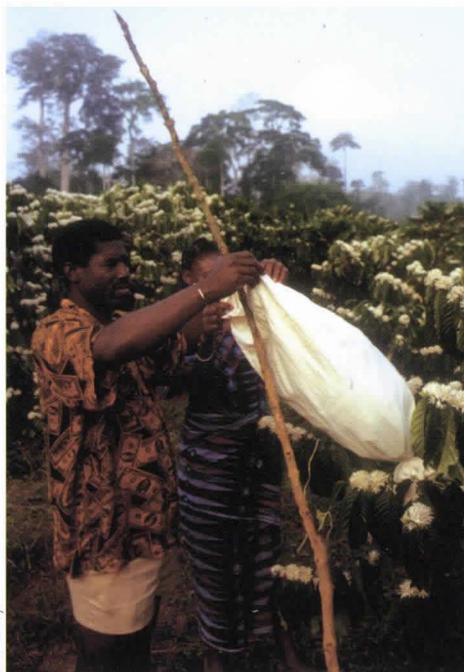
- abrir camino para la difusión de semillas híbridas producidas en campos semilleros;
- contribuir a aumentar el índice de utilización del material vegetal seleccionado;
- mejorar de manera duradera la productividad de *C. canephora*.



Una variedad híbrida de *Coffea canephora*: árbol de 4 años en plena producción.

Proyectos de investigación

Investigación por marcadores moleculares de genes relacionados con la calidad del café Robusta (proyecto INCO-IQAR).
Construcción de un banco de genes del café.



© T. Leroy

La polinización manual del café es una etapa clave de la selección. Se envuelven las ramas fructíferas en una tela blanca, luego se aplica el polen en las flores aisladas con ayuda de una brocha.



© T. Leroy

Las variedades del mañana

Las variedades del mañana deberán:

- ofrecer un fuerte potencial de producción de un café de buena calidad organoléptica;
- reducir el costo de los insumos y de la mano de obra;
- respetar el ambiente.

Nuevos instrumentos, como los marcadores moleculares y la transformación genética, ayudarán el mejoramiento genético de *Coffea canephora*. Sin embargo, la selección tradicional sigue siendo en la actualidad el camino privilegiado.

Para más información

Christophe Montagnon
CIRAD, TA 80 / PS 3,
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
christophe.montagnon@cirad.fr
Teléfono: +33 (0)4 67 61 71 35
Fax: +33 (0)4 67 61 75 64

Mejorar La calidad del café

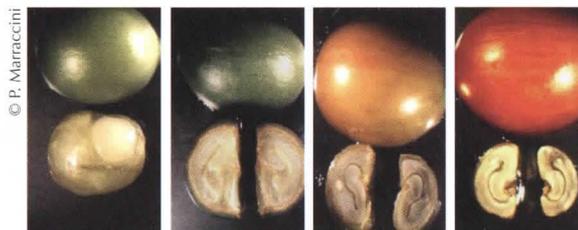


La contribución de la genómica integrativa

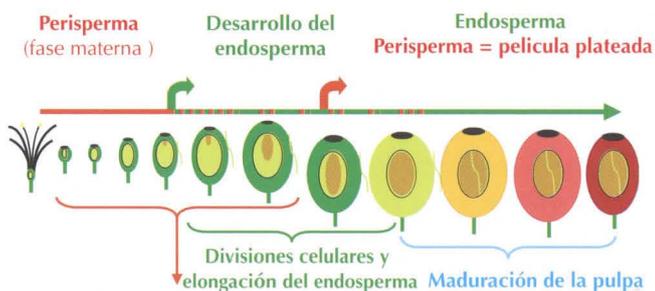
Frente a la caída de la cotización del café en los mercados internacionales, una de las respuestas para mantener el nivel de ingresos de los productores cafeteros consiste en mejorar la calidad del café verde y, particularmente, sus características organolépticas. Dicha mejora conlleva un mejor conocimiento de los procesos biológicos (floración, maduración...) que predeterminan las características del producto, tales como la acumulación de cafeína, azúcares, lípidos... Lo que está en juego es la producción de un café de una calidad determinada que permita al agricultor estabilizar, o incluso aumentar, sus ingresos.

Comprender el metabolismo de los compuestos vinculados a la calidad

La calidad abarca el conjunto de las características o atributos químicos, físicos y organolépticos del café y no tiene como único criterio la calidad en taza. Algunos



Fases de desarrollo de las cerezas del café.



Desarrollo de la cereza del café.

compuestos (azúcares, lípidos, proteínas, aminoácidos libres...) son conocidos por su participación en la calidad del café. Su acumulación se controla mediante vías metabólicas complejas que acompañan a los cambios de tejidos que se producen

durante la maduración del grano. Por ello, el estudio de la fisiología del desarrollo del grano de café y la definición de las enzimas claves de estas vías metabólicas constituyen una primera etapa fundamental para la comprensión de la producción de la calidad.

Socios

- CNRA (Centre national de recherche agronomique, Côte d'Ivoire)
- CORI (Coffee Research Institute, Uganda)
- IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná, Brasil)
- IRD (Institut de recherche pour le développement, Francia)
- UNICAMP (Universidade de Campinas, Brasil)
- Universidad de Sevilla (España)



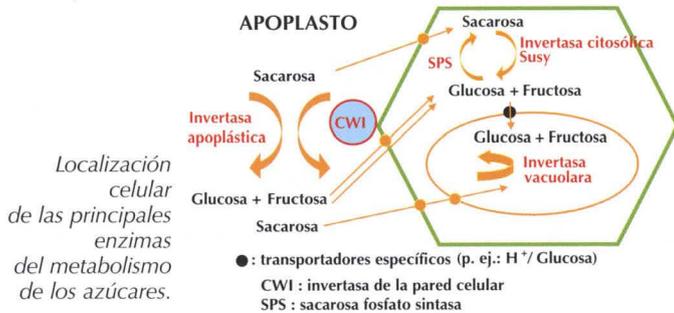
Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes
Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
café@cirad.fr

Identificar los genes implicados

Las herramientas de la genómica permiten identificar los genes que codifican para las enzimas claves y localizarlos en el genoma. Así pues, se estudiaron tres enzimas claves del metabolismo de los azúcares (una sacarosa sintasa y dos invertasas) y se analizaron los genes que codifican para estas enzimas.



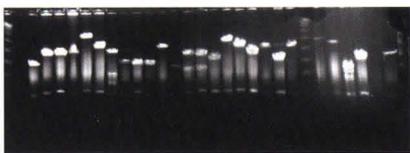
Las principales herramientas utilizadas actualmente son:

- la búsqueda de secuencias de ADN homólogas en las bases de datos internacionales (*data mining*);
- la construcción de bancos de ADN expresado (EST);
- la construcción de bancos de ADN genómico (bancos BAC) y mapeo genético.

La aplicación de estas herramientas supone estrategias de gran alcance que requieren considerables inversiones y mucho tiempo de trabajo. Por ello, es necesario trabajar en asociación.

Las actividades de investigación

Los principales trabajos genómicos para ahondar en el conocimiento de la producción de calidad en el café se realizan en colaboración con organismos de investigación de los países del Sur.



Identificación de fragmentos de ADN genómico de un clon de *Coffea canephora* coloreados con bromuro de etidio.

- Se está desarrollando una colaboración científica con el IAPAR para caracterizar los genes que codifican para las enzimas principales del metabolismo de azúcares y lípidos. Dichas investigaciones se ven facilitadas por la accesibilidad a las secuencias etiquetadas expresadas (EST) generadas por el proyecto brasileño de investigación genómica del café.
- Se está ejecutando un proyecto con la universidad de Campinas, Brasil, para

estudiar el metabolismo de los azúcares en *Coffea arabica* y determinar su importancia en la producción de la calidad del café.

- El CIRAD ha desarrollado un banco BAC para *Coffea canephora* y analiza los ligamientos entre marcadores y genes en las poblaciones en selección.
- El CIRAD, el IRD y el CNRA están elaborando un mapa genético del café y se están definiendo las zonas del genoma vinculadas a los caracteres de calidad.
- Actualmente, y en cooperación con el CORI, se están buscando marcadores de calidad en las poblaciones cultivadas de *Coffea canephora*.

Estas estrategias se llevan a cabo sobre el terreno, bien en material vegetal procedente de fecundación controlada — con el CNRA en Côte d'Ivoire —, bien en amplias poblaciones fruto de una mezcla natural en plantaciones campesinas — con el CORI en Uganda.



Coffea canephora en producción.

En busca de variedades de calidad

Cuando se identifican y localizan los genes en el genoma, se pueden efectuar dos operaciones para crear variedades mejoradas. La primera es la selección asistida por marcadores que consiste en clasificar las variedades en función de la presencia o ausencia de estos genes; la segunda, introducir los genes seleccionados anteriormente en una variedad cultivada para mejorar la calidad de manera específica (modificación genética).

Para más información

Thierry Leroy
CIRAD, TA 80 / 02
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
thierry.leroy@cirad.fr
Teléfono: +33 4 67 61 59 64 ;
Fax : +33 4 67 61 57 93

Luchar contra La pobreza en zona cafetalera



Apoyo a la caficultura familiar y a las organizaciones profesionales



La caficultura mundial se caracteriza por la predominancia de la agricultura familiar; alrededor de 30 millones de productores de café poseen menos de 5 hectáreas en producción. Cuando los precios de compra son bajos, muchos productores ya no pueden vivir de su producción de café. Las consecuencias sociales son a menudo dramáticas: migración temporal, éxodo y abandono de las plantaciones. La mayoría de las familias de pequeños productores sólo sobreviven gracias a algunos ingresos externos. El período actual de precios bajos revela abiertamente la pobreza, pero la historia reciente muestra que los “pequeños productores” sacan muy poco provecho de los períodos de precios altos que sólo les permiten recapitalizarse a otros actores de la cadena.

Hacer que las cadenas sean más transparentes para los productores

Las cadenas nacionales de producción y comercialización del café son el resultado de la historia de la caficultura local y mundial. A ojos de los productores no son transparentes y se basan a menudo en asimetrías de información y poder entre los distintos actores.

El CIRAD propone métodos de análisis de las cadenas que permiten, entre otros, caracterizar la producción, los sistemas de transformación y los contratos entre los actores. Apoya actualmente proyectos estratégicos de desarrollo referentes a la valorización del café mediante una señalización adaptada:



Demostración del despulpado de café cereza en un pueblo, Indonesia.

certificados de conformidad, indicaciones geográficas de tipo AOC, café solidario u orgánico, etc.

El CIRAD contribuye también a implantar sistemas locales o nacionales de certificación y de control de calidad del café.

Mejorar los sistemas de cultivo

Los productores familiares de café poseen pequeñas parcelas muy diversificadas con rendimientos muy bajos. Sus cafetales están envejeciendo y con frecuencia están compuestos de material genético no seleccionado. Por falta de medios financieros, estos productores practican un cultivo sin insumos y su mano de obra es esencialmente familiar. La única ventaja de este sistema es su adaptación a una estrategia de limitación de riesgos. Estos sistemas de manejo que movilizan poco o ningún insumo químico producen a veces un café de calidad orgánica.



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
café@cirad.fr



Injerto de Arábica sobre Robusta en una asociación campesina de Guatemala.

El CIRAD está estudiando los sistemas de producción y de cultivo. Se están llevando a cabo investigaciones sobre asociaciones de cultivos perennes o con cultivos anuales, sobre tipología de sistemas de cultivo pero también sobre manejo integrado de las producciones, a fin de reducir significativamente los costos y los daños debidos a las plagas y enfermedades.

Las investigaciones tienden a adaptar los sistemas de cultivo y de transformación del café a las exigencias de los mercados con mejor remuneración.

Facilitar el acceso al crédito

Las explotaciones familiares casi nunca tienen acceso al crédito convencional, por falta de garantías y de legalización de sus títulos de propiedad, o a causa de las fluctuaciones de los precios. Los grandes proyectos de desarrollo o los programas de algunas ONG son los únicos que les permiten beneficiar, en forma puntual y temporal, de financiamientos. Es en este marco el CIRAD está realizando algunas investigaciones sobre microfinanciamiento, asesoría administrativa y ayuda en la toma de decisiones. El objetivo es optimizar los financiamientos disponibles y elaborar esquemas simples de financiamiento comunitario.

Pequeño productor de café de Guatemala transportando plantas de un vivero.



Mejorar el funcionamiento y el papel de las organizaciones de caficultores

Sin organización, los productores familiares no tienen acceso al mercado y tampoco tienen posibilidad de defender sus intereses. Las organizaciones de caficultores tienen como principal objetivo transformar y comercializar en conjunto el café. Administran en forma colectiva los beneficios de café. La historia de estas organizaciones generalmente es de reciente data ya que estas organizaciones nacieron a menudo del

traslado de funciones de las instituciones públicas a los productores. A veces, dichas organizaciones permiten implementar estrategias de comercio más equitativo pero tienen poco peso todavía sobre el funcionamiento de los mercados.

El CIRAD está llevando a cabo investigaciones sobre el papel técnico de las organizaciones de productores, pero también sobre su función económica, social y de representación y defensa de los intereses de los agricultores.

Desarrollar la caficultura local y capacitar a los actores

El CIRAD participa asimismo en numerosos proyectos de desarrollo de la caficultura: apoyo a proyectos puntuales de investigación, capacitación de los distintos actores — productores, técnicos, extensionistas, intermediarios y exportadores. La capacitación y la información son funciones esenciales para la transferencia de las innovaciones y para la lucha contra la pobreza.



Capacitación sobre evaluación de daños por broca en República Dominicana.

Para más información

Bertrand Sallée
CIRAD, bd de la Lironde
TA 80 / PS1,
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
bertrand.sallee@cirad.fr
Teléfono: +33 4 67 61 71 38
Fax: +33 4 67 61 59 83

Pierre-Marie Bosc
CIRAD, 73 rue Jean-François Breton,
TA 60 / 15
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
pierre-marie.bosc@cirad.fr
Teléfono: +33 4 67 61 56 22
Fax: +33 4 67 61 44 15

Caracterización de Los cafés

Conocer mejor la calidad



La caracterización de los cafés se ha convertido en un importante campo de investigación/desarrollo estos últimos años para todos los actores del subsector, del productor al consumidor. En efecto, el consumidor de café quiere cada vez más información confiable sobre los productos. Esta caracterización concierne la composición bioquímica pero también la inocuidad de los cafés.



CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

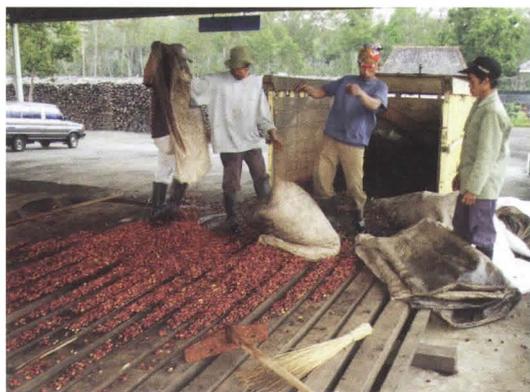
Apoyo a los productores y inocuidad para los consumidores

La calidad es un conjunto complejo que depende de numerosos factores como la genética, la ecología, la madurez y la aplicación de los tratamientos postcosecha. El CIRAD trabaja en la caracterización y cuantificación de estos factores.

Tras su validación, se comunican los resultados a los distintos actores del subsector, como, por ejemplo, a los productores, para caracterizar mejor sus cafés. Esta condición es esencial en las negociaciones con los compradores para obtener un mejor precio por su producción, pero también para dar mejor respuesta a las demandas de los consumidores.

Éstos están cada vez más preocupados por la inocuidad de los alimentos. El riesgo de contaminación del café por hongos que puedan secretar toxinas varía según el origen geográfico, las prácticas de cultivo y el modo de tratamiento postcosecha.

El origen y las condiciones de contaminación aún no se conocen con exactitud.



Recepción de uvas tras la cosecha.

Los trabajos de investigación del CIRAD en este campo tratan de la contaminación y comprensión de los factores de desarrollo de los mohos, las condiciones de producción de toxinas por dichos mohos y la identificación de las prácticas que favorecen su desarrollo.

Se ha desarrollado un programa de formación para sensibilizar a los actores del subsector sobre los problemas de inocuidad de los alimentos y precisar las prácticas que deben aplicarse para evitar las contaminaciones.

Patio de secado de café Arabica en pergamino.



© D. Duris

Socios

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, Guatemala)

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)

CICAFÉ (Centro de Investigaciones en Café, Costa Rica)

CNRA (Centre national de recherche agronomique, Côte d'Ivoire)

Iapar (Instituto Agrônomo do Paraná, Brasil)

IDIAF (Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, República Dominicana)

ITV (Instituto Tecnológico de Veracruz, México)

UNICAFÉ (Unión Nicaragüense de Cafetaleros, Nicaragua)

Université Montpellier II, laboratoire Génie biologique et sciences des aliments, Francia



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes
Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
café@cirad.fr

Técnicas modernas de análisis para caracterizar los cafés

Para la realización de los análisis que caracterizan la influencia de múltiples parámetros en el café verde o tostado, se emplean técnicas analíticas modernas como:

- cromatografía en fase gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS);
- cromatografía líquida de alta presión (HPLC);
- espectrometría del infrarrojo cercano (NIRS).

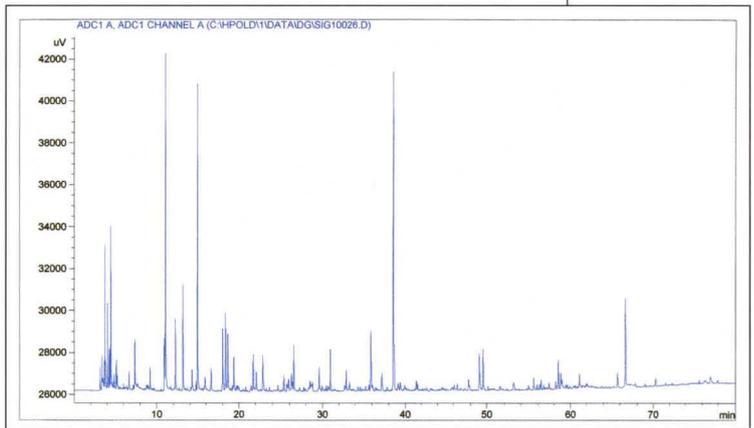
La caracterización de los cafés oro comprende la determinación de las propiedades físicas y la composición bioquímica de los principales constituyentes, en particular los precursores de aroma —azúcares y aminoácidos— implicados en las reacciones de Maillard.

La determinación de las propiedades físicas —color y densidad— y de la composición bioquímica del aroma permite la caracterización de los cafés tostados. Los compuestos químicos responsables de algunos defectos organolépticos son identificados mediante GC-MS. Gracias a la espectrometría en el infrarrojo cercano (NIRS) ahora se puede, tras el tratamiento estadístico de los espectros, determinar la composición de mezclas de cafés Arabica y Robusta tostados y molidos y clasificar las muestras por origen geográfico y por variedad.



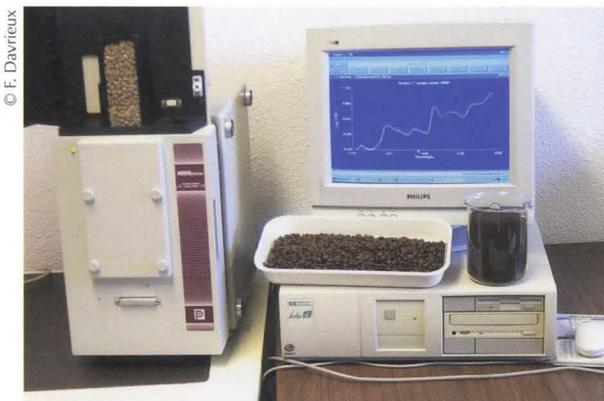
© N. Durand

Cromatógrafo líquido de alta presión para la dosificación de constituyentes bioquímicos del café.



© N. Durand

Cromatograma de los constituyentes aromáticos del café tostado.



© F. Davrieux

Espectros en el infrarrojo cercano de cafés oro.

Para más información

Bernard Guyot
CIRAD, 73 av. J. F. Breton
TA 80 / 16
34398 Montpellier Cedex 5 Francia
bernard.guyot@cirad.fr
Tel.: +33 4 67 61 71 44
Fax: +33 4 67 61 59 55

Cultivo *in vitro* del café

Un nuevo instrumento para la selección y la propagación rápida de los materiales mejorados

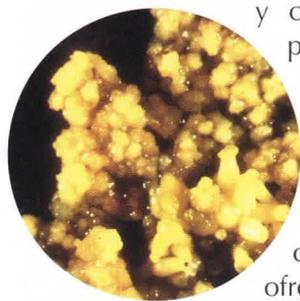


La reproducción por semilla de material elite heterocigotico se traduce por una redistribución de los genes en la descendencia que da lugar a una heterogeneidad importante. Hasta hace poco, no era posible multiplicar de forma idéntica los individuos seleccionados de cafetos Arábica con estructura genética híbrida. Algunas técnicas hortícolas, de multiplicación asexual o vegetativa, como la siembra por estaca, permiten la clonación, pero no son aplicables en gran escala al café Arábica. Para el Robusta, por el cual existe un sistema de multiplicación hortícola por estacas, el cultivo *in vitro* permite una difusión muy rápida y segura de nuevos individuos elites.

Un progreso genético al fin explotable

Los fitomejoradores acudieron al cultivo *in vitro* para multiplicar las estructuras genéticas heterogéneas tales como híbridos y cafetos seleccionados por su productividad o como porta-injerto.

© M. Berthouly



Producción de tejido embriónico y embriones somáticos a partir de un fragmento de hoja.

Las técnicas de cultivo *in vitro* ofrecen en la actualidad la posibilidad de clonarlos en tiempos reducidos. La utilización del cultivo *in vitro* permite ofrecer un conjunto de variedades en menos de 10 años, en lugar de 30 a 35 años con las técnicas clásicas de selección. Esta rapidez es esencial para poder reaccionar a la llegada de nuevas enfermedades o a la evolución de los mercados relacionada con características como calidad de la bebida o seguridad de los alimentos.

La embriogénesis somática, una técnica de multiplicación a gran escala

La embriogénesis somática es la más eficiente de las técnicas de multiplicación *in vitro*. Ofrece la posibilidad de producir cantidades teóricamente ilimitadas de



© F. Georget

Germinación de los embriones somáticos de café en el bioreactor RITA®.

copias del árbol élite, con poca mano de obra y en poco tiempo. En el caso del café, esta técnica ha sido implementada y ha dado excelentes resultados con gran número de variedades ensayadas. A partir de simples fragmentos de hojas tomadas del árbol seleccionado, la embriogénesis somática genera enormes cantidades de embriones llamados "somáticos" similares a los embriones sexuales pero que no provienen del proceso sexual. Su patrimonio genético y su comportamiento agronómico son idénticos a los del árbol original.

Socios

PROMECAFÉ (Programa para la Protección y Modernización de la Caficultura de Centroamérica, Jamaica y República Dominicana)
Vitropic S.A. (Francia)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Procedimientos simplificados y costos reducidos

El CIRAD ha concebido un bioreactor, llamado "RITA®", especialmente adaptado al cultivo *in vitro* y que ha dado excelentes resultados con el café. Gracias a él se han automatizado los procedimientos de regeneración y germinación de los embriones en medios nutritivos líquidos.

Con este mismo objetivo de simplificación de los procedimientos y reducción de los costos, el CIRAD ha implementado un método de transferencia directa de estos embriones del bioreactor al invernadero. Los embriones somáticos germinan y regeneran plantas en el invernadero, en condiciones de crecimiento comparables a las de los semilleros.

Hacia una aplicación industrial

El CIRAD, en colaboración con la red de investigación PROMECAFE, ha utilizado este procedimiento en América Central, a escala de proyecto piloto. Más de cien mil *in vitro* plantas han sido sembradas en el campo. Actualmente, el CIRAD está validando este procedimiento a escala industrial.

Por otra parte, la embriogénesis somática ha facilitado la selección de nuevas variedades híbridas de Arábica. Ya está siendo utilizada para difundirlas y para difundir una variedad porta-injerto.



Almácigo de semillas (izquierda) y almácigo de embriones de café (derecha).

Alrededor de 80 000 plantas han sido producidas *in vitro* a partir de unos veinte híbridos preseleccionados por su vigor, su productividad, su resistencia a distintas enfermedades y su excelente calidad a la taza. En la actualidad, estas plantas permiten la evaluación agronómica de los distintos híbridos bajo la forma de una red de parcelas clonales en toda América Central. Los dos progenitores de una variedad de porta-injerto resistente a los nematodos del suelo llamada "Nemaya" han sido multiplicados *in vitro*, y luego instalados en cinco países infestados por este parásito. Alrededor de 10 hectáreas de campos semilleros creados con 20 000 *in vitro* plantas producen en la actualidad las semillas mejoradas distribuidas a bajo precio a los productores.

Tomando en cuenta el interés suscitado por esta técnica, podrían nacer nuevas asociaciones con equipos de los países productores, para multiplicar y valorizar nuevos materiales híbridos para los cuales esta técnica es la mejor solución.

© W. Solano



Seguimiento del crecimiento de *in vitro* plantas de café en el vivero.

Para más información

Hervé Etienne
CIRAD, c/o IRD
Equipo Resistencia de plantas a enfermedades
BP 5045, 34032 Montpellier, Francia
herve.etienne@cirad.fr
Teléfono: +33 4 76 41 62 27
Fax: +33 4 67 41 62 83

.....
El proyecto de mejoramiento genético del café Arábica en América Central ha sido manejado desde 1991 en asociación con PROMECAFE, la cooperación francesa (CIRAD, IRD, MAE), ANACAFÉ (Guatemala), IHCAFÉ (Honduras), ICAFÉ (Costa Rica), PROCAFÉ (Salvador).

Caficultura y sistemas agroforestales

Una respuesta a los retos del desarrollo sostenible



Los sistemas de cultivo del café siguen siendo muy variados en América Central a pesar de que se ha generalizado la siembra de variedades de porte bajo. Tres tipos de sistemas predominan: monocultivo intensivo; café cultivado en asociación con una mezcla de bananos, especies forestales, y árboles frutales; plantaciones agroforestales donde el café se siembra bajo una sombra especializada y controlada mediante una o dos especies forestales. En el contexto de la promoción del desarrollo sostenible, las investigaciones llevadas a cabo por el CIRAD y sus socios tienen como propósito caracterizar los manejos de cultivo de tipo agroforestal para poner en evidencia los intereses económicos y ecológicos de tales prácticas.

Interés económico para los productores

Los sistemas agroforestales ofrecen varias ventajas económicas.

- Se reducen las necesidades de insumos químicos y mano de obra.
- Los árboles de sombra atenúan el fenómeno de alternancia de producciones ; de ahí un mejor equilibrio de los ingresos de los caficultores.



Cosecha de cerezas de café en una plantación de café (*Coffea arabica*) en asociación con árboles maderables (*Eucalyptus deglupta*) en Costa Rica.

- La producción de madera y de leña mejoran los ingresos de los caficultores.
- Los ingresos provienen de varios productos, lo que hace que estos sistemas sean menos arriesgados que el monocultivo de café.
- Se pueden implementar programas de incentivos financieros para proyectos pilotos que contribuyan a preservar la biodiversidad,

los suelos y la calidad del agua tal y como se inició en Costa Rica.

- Se considera la atribución del pago por el secuestro de carbono de los cafetales reconvertidos del monocultivo a sistemas agroforestales.

Socios

ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala)
CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)
CEH (Centre for Ecology & Hydrology, Escocia)
CICAFÉ (Centro de Investigaciones en Café el Instituto del café, Costa Rica)
CIRAD-FORÊT, Departamento de Bosques del CIRAD
INRA-ECHO (Institut National de la Recherche Agronomique, Unité de Recherche Ecophysiologie et Horticulture, Francia)
UNA (Universidad Nacional Agraria, Nicaragua)
UNICAFÉ (Unión Nicaragüense de Cafetaleros, Nicaragua)



Asociación de café (*Coffea arabica*) con una especie forestal maderable (*Eucalyptus deglupta*).



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café
Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Ventajas ecológicas

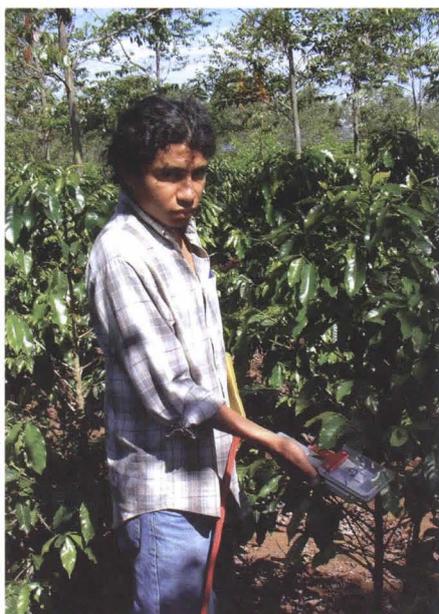
Los sistemas agroforestales ayudan a preservar los suelos y el medio ambiente.

- Reducción de la erosión de los suelos frágiles de montaña.
- Conservación de la fertilidad de los suelos.
- Limitación de la explotación de las reservas forestales.
- Preservación de la diversidad biológica y faunística.

Calidad del café

Los sistemas agroforestales ofrecen ventajas para la calidad del café.

- Los árboles de sombra crean un microclima favorable para la producción de un café de calidad.
- La disminución de la carga fructífera de los cafetos y el alargamiento del período de maduración de las cerezas son propicios para una mejor calidad del café.



Medida de la capacidad fotosintética de cafetos *Arabica* cultivados bajo sombra de Eucalipto por medio de un analizador de CO₂.



© P. Vaast

Actividades de investigación

Debido a la complejidad de las interacciones entre café y árboles asociados, las investigaciones tienen como objetivo desarrollar modelos de funcionamiento de estos sistemas, con el propósito de crear herramientas de ayuda a la decisión destinadas a técnicos y productores. Servirán de guía en el momento de seleccionar y manejar las especies forestales de acuerdo a las condiciones edafológicas y climáticas locales, pero también al interés y a las prácticas de los caficultores.

Dichos trabajos se enfocan sobre el conocimiento agroforestal y el manejo tradicional de los caficultores, el ciclo de nutrientes, la interceptación de la luz por el estrato arbóreo, la repartición del agua entre cafetos y árboles, pero también los efectos del microclima sobre la producción de carbohidratos, el llenado del grano, la maduración de las cerezas de café, y a las propiedades físicas, bioquímicas y organolépticas del café.

El propósito de estos trabajos es el de promover dichos sistemas agroforestales para mejorar los ingresos de los caficultores gracias a una diversificación (producción de madera), una producción de café de calidad, y un reconocimiento de sus ventajas para el ambiente.

*Asociación agroforestal de cafetos con una especie forestal maderable (*Terminalia ivorensis*) en Costa Rica.*

Para más información

Philippe Vaast
CIRAD, c/o CATIE 7170
Apartado 3, Turrialba, Costa Rica.
philippe.vaast@cirad.fr
www.casca-project.com
Teléfono: +506 556 7830 / 556 6431
Fax: + 506 556 15 76

.....
Esas investigaciones están financiadas por parte de la Unión Europea dentro del marco del proyecto CASCA (Sistemas Agroforestales con Café en Centro América - ICA4-2001-10071).

La trampa BROCAP®

Una innovación en control de la broca del café



La broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei*, es una de las plagas más importantes que afectan el café. Para su control, se ha planteado una solución económica y respetuosa del medio ambiente, complementaria de las diferentes alternativas tradicionales de control.

Los límites del control químico

El uso de productos insecticidas conlleva problemas bien conocidos:

- residuos,
- acción insecticida poca selectiva, matando también los enemigos naturales de la broca,
- resistencia de la broca a los insecticidas.

La trampa BROCAP®, una herramienta eficiente para el manejo integrado de la broca

Por su diseño bien adaptado a la biología de la plaga, y su mezcla muy atractiva, la trampa es una herramienta eficiente para el control de altas poblaciones de broca en los cafetales.

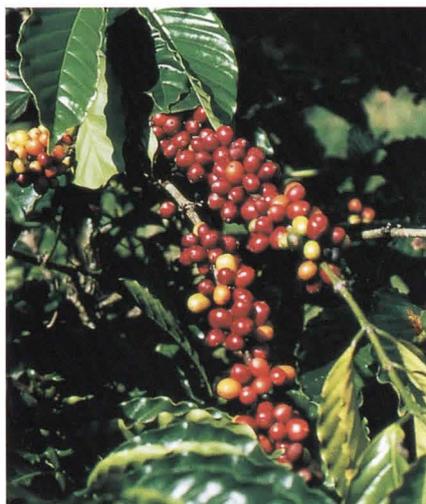
Las fortalezas de la trampa BROCAP®

Utilizar la trampa BROCAP® es:

- Cambiar el concepto tradicional de control de plaga por una solución totalmente adaptada a la producción integrada de café de calidad.
- Aumentar los ingresos del productor.

Cuantitativamente

- Mejoramiento del rendimiento en un 10 a 16% del peso de café oro.



© C. Lanaud

Cerezas maduras y sanas en ramas de café.

Cualitativamente

- Producción de café sin residuos de pesticidas.
- Reducción del número de granos brocados, y así limitación del riesgo de contaminación por los hongos productores de micotoxinas.
 - Proteger el medio ambiente y la biodiversidad.
- Reduciendo el uso de pesticidas.
- Capturando selectivamente la broca: 97% de los insectos capturados son brocas del café.



© B. Dufour

La trampa BROCAP®.



BROCAP®, un producto desarrollado en cooperación por el CIRAD y PROCAFÉ



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes
Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398 MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

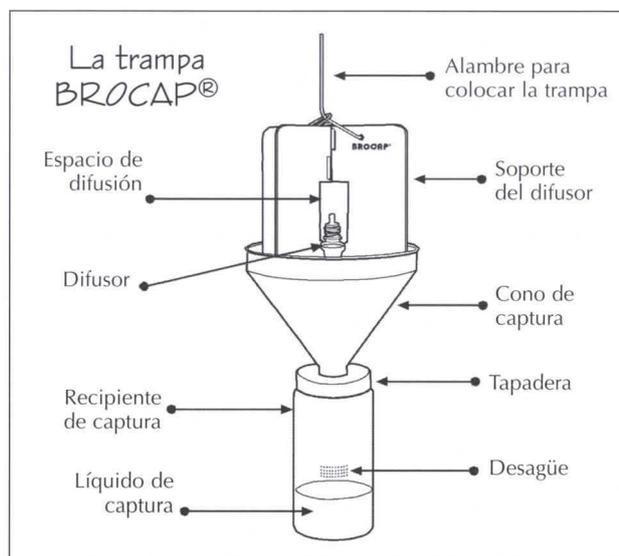
Descripción de la trampa

- Arriba, el **embudo** con aletas rojas, color atractivo para la broca.
- En el centro, el **difusor** y el **atrayente** actuando por evaporación.
- Abajo, el **recipiente de captura**, transparente para un control visual.

La eficiencia de la trampa

Puesta a prueba en varios países y específicamente en varias regiones de El Salvador, la eficiencia de la trampa está confirmada.

¡Hasta 10 000 brocas por trampa y por día, durante el periodo de migración fuerte, en las regiones muy infestadas!



Objeto	Frutos perforados al inicio de la infestación (%)	Frutos perforados en el momento de la primera cosecha (%)	Reducción de las poblaciones de broca trapeo/control (%)	Aumento del peso de café oro (%)
Trapeo	1,01	4,60	81,06	16,3
Control	4,46	13,20	—	—



Daños por broca.

Una solución económica

Considerando su bajo precio de compra y su amortización sobre varios años, el uso del trapeo es más económico que la fumigación con insecticida.

Acondicionamiento

Trampas : en cajas de 36 unidades.

Difusores : en cajitas de 36 unidades.

Al inicio, para 2 hectáreas o 3 manzanas, se necesita: una caja de trampas (36 unidades) y dos cajitas de difusores (72 unidades). Después, los difusores se compran en forma separada para reposiciones.

.....
BROCAP® es una marca registrada y la trampa está patentada.

Recomendaciones para el uso

¿Cuándo colocar las trampas?

En periodo de postcosecha, cuando las poblaciones de broca abandonan los frutos residuales, en búsqueda de nuevas fuentes de alimentación.

Cada año, las trampas se colocan por una duración de 4 meses: del inicio de marzo al final de junio, en El Salvador.

¿Cuándo reemplazar el difusor?

Más o menos después de 2 meses de utilización, sea 2 difusores en el año cafetalero.

¿Cuántas trampas y como colocarlas?

Por lo menos 18 trampas/hectárea (12 trampas/manzana) separadas de 24 m y ubicadas a 1,20 m de altura.

¿Se tiene que reemplazar la trampa cada año?

No. La trampa se puede reutilizar año tras año.

Para mayor información

CIRAD
 Departamento de Cultivos Perennes
 Servicios de exportaciones
 Tel: +33 4 67 61 75 65 / 66
 Fax: + 33 4 67 61 71 20
 Email: brocap@cirad.fr

Manejo integrado de la roya del café

Reducir los costos y preservar el ambiente



Todas las regiones productoras de café están afectadas por la roya del cafeto, enfermedad foliar causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Por lo general la enfermedad se controla adecuadamente mediante el uso de fungicidas cúpricos aplicados de manera preventiva de acuerdo a calendarios de tratamiento, y cada vez más, gracias a la utilización de variedades resistentes. Sin embargo, en un contexto de precios bajos y ante la demanda del mercado de productos exentos de todo rastro de plaguicidas y ecológicamente limpios, saber cómo luchar contra una enfermedad ya no es suficiente: hay que aplicar métodos de control de bajo costo, lo menos contaminantes posible, y producir a la vez un café de calidad para obtener una mejor remuneración.

La vía del control químico: reducir los costos de producción y los problemas de contaminación relacionados con la aplicación de fungicidas

Los resultados obtenidos por el CIRAD y sus socios van dirigidos a los productores que no desean, porque su producto está destinado a un mercado específico, o no pueden, por razones de costos, remplazar su variedad sensible por una variedad resistente.

Definir dominios de recomendación

El CIRAD ha buscado, con sus socios, elementos que permitan razonar el control químico y reducir el número de aplicaciones. Un trabajo de encuesta llevado a cabo en Honduras evidenció las relaciones que existen entre los riesgos epidémicos incurridos por los cafetales y algunos factores como: altitud de la plantación, acidez del suelo, sombra en el cafetal, fertilización, producción y masa foliar de las plantas. Dichas rela-

Lesiones anaranjadas causadas por *Hemileia vastatrix*.



© J. Avelino

Efecto defoliador de la roya: la misma plantación antes y después de un ataque severo.

ciones han permitido definir los riesgos epidémicos que están asociados a las distintas condiciones de producción y las recomendaciones de control adaptadas a dichos riesgos.

Socios

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)

CBGP (Centre de biologie et gestion des populations, Francia)

IRD (Institut de recherche pour le développement, Francia)

PROMECAFE (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centroamérica, República Dominicana y Jamaica)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café
Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Ofrecer una alternativa a los tratamientos cúpricos

Una nueva estrategia de control consiste en utilizar un triazol, fungicida sistémico y curativo, menos contaminante que los fungicidas cúpricos, como primera aplicación. De esta manera, se llega al inóculo endógeno de la plantación, responsable del inicio de la epidemia. Dicha práctica permite reducir el número de aplicaciones cúpricas ulteriores.

La vía del mejoramiento genético: aumentar la durabilidad de la resistencia y preservar a la vez la calidad de la bebida

La solución genética propuesta por el CIRAD y sus socios es una solución adaptada a los productores dispuestos a establecer nuevas plantaciones o deseos de replazar sus variedades susceptibles.



© J. Avelino



© J. Avelino

Recomendaciones a la carta: dos condiciones de producción, dos riesgos epidémicos distintos, dos métodos de control.

Aumentar la durabilidad de la resistencia

En varios países asiáticos, algunas variedades comerciales resistentes específicamente a ciertos tipos de roya han perdido poco a poco su resistencia. Con el temor de que dicho fenómeno pueda extenderse a la totalidad de los países productores, el CIRAD ha buscado nuevas fuentes de resistencia consideradas más duraderas, las

resistencias llamadas incompletas porque se oponen suficientemente al desarrollo del hongo sin eliminarlo completamente. Es así como se han utilizado como padres genotipos silvestres de *Coffea arabica* originarios de Etiopía, cruzados con variedades comerciales para introducir la resistencia a estas nuevas variedades híbridas.

Preservar la calidad de la bebida

Algunas de las variedades comerciales resistentes tienen fama de tener imperfecciones de sabor. Las nuevas variedades híbridas creadas ya no presentan este inconveniente: sus características gustativas están controladas en el laboratorio de análisis sensorial del CIRAD, a fin de descartar todo material vegetal de mala calidad.

Dos preguntas a las cuales la investigación trata de responder

¿Cuál es el impacto de la diversificación de los sistemas de cultivo sobre las epidemias de roya?

¿Cómo manejar en forma sostenible la resistencia de las variedades creadas recientemente?

Diferentes grados de resistencia incompleta: la intensidad de la enfermedad es muy variable de acuerdo al genotipo de Coffea arabica.



© D. Bieysse

Para más información

Jacques Avelino
CIRAD, c/o IICA-PROMECAFE,
Apartado 55, 2200 Coronado
San José, Costa Rica
jacques.avelino@cirad.fr
Teléfono: +506 260 18 74,
+506 260 18 75 ; Fax: +506 260 19 37

Del terruño a la taza

Diferenciar el café por su calidad y origen



El café atraviesa una crisis de sobreproducción que ha hecho caer las cotizaciones hasta niveles nunca antes alcanzados. Los cafés especiales resisten mejor a la crisis. Sus características gustativas o, simplemente, los métodos de producción utilizados los convierten en productos originales y mejor pagados porque interesan a torrefactores y consumidores. Paradójicamente, y a pesar de la aparición de nuevos mercados para estos cafés de calidad, los factores ligados al terruño que influyen en la calidad son aún poco conocidos. Esto llevó al CIRAD a emprender una serie de investigaciones sobre el tema.

¿Por qué interesarse por el terruño?

Para un grupo de productores y transformadores locales, optar por un enfoque de terruño consiste en explotar lo mejor posible el potencial de calidad del café a escala de una región, diferenciarlo de los demás y adaptar su producción a un mercado.

Comprender el efecto terruño: un planteamiento científico

Comprender la influencia del terruño sobre la calidad de la bebida es:

- caracterizar un producto;
- medir los factores del medio y el itinerario técnico y jerarquizarlos en función de su influencia sobre las características de este producto;
- comprender las interacciones entre estos factores y recomendar manejos y variedades que mejor se adaptan al terruño.



© F. Descroix

Fructificación del caféo *laurina* (*Bourbon pointu*).



© J. Avelino

Cafetales en la región occidental de Kintamani, Bali, Indonesia.

La calidad del café, fruto de una sucesión de etapas

El principio de la elaboración de un café es el medio físico; las etapas intermedias son la planta, su funcionamiento, la cosecha, los tratamientos postcosecha y la torrefacción; el resultado es la bebida de café.

Cada etapa proporciona al producto una calidad potencial que podrá o no explotarse en la etapa siguiente en función de los conocimientos técnicos.

Socios

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)
IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná, Brasil)
ICAFFE (Instituto del Café, Costa Rica)
ICCRI (Indonesian Cocoa and Coffee Research Institute)
IRD (Institut de recherche pour le développement, Francia)
Promecafé (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centroamérica, República Dominicana y Jamaica)



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café
Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

El terruño: origen de la autenticidad de los cafés

El CIRAD ha determinado la existencia de vínculos entre algunos factores del terruño y la calidad de la bebida: existen relaciones entre las características del café y la constitución química del suelo, la altitud de la plantación y la pluviometría. La calidad depende también de algunas prácticas del productor, como la intensidad de sombra o las variedades de café utilizadas y su carga frutal. Estos resultados posibilitan la existencia de cafés más auténticos con características vinculadas al origen y a los conocimientos técnicos locales y no solamente a los conocimientos técnicos de los transformadores.

Explotar el efecto terruño en la bebida de café: una apuesta por la calidad

Los factores medioambientales, genéticos, culturales y sus interacciones, responsables de autenticidad de los cafés, sólo podrán expresarse en la bebida de café si la cosecha, los tratamientos postcosecha, la torrefacción y la preparación son irreprochables.

Explotar el efecto terruño en la bebida de café es apostar por la calidad, desde el medio ambiente hasta la taza y desde el productor hasta el consumidor.



Pruebas comparativas de distintos orígenes.

Proyectos

Sostenibilidad de los sistemas agroforestales cafeteros en América Central: calidad del café e impactos ambientales (Casca).

Proyecto Inco-Dev.

Apoyo en la identificación de una denominación de origen para el café de Kintamani, Ministère des affaires étrangères, Bali, Indonesia.

Apoyo al programa sectorial en la isla Guadalupe. Office de développement de l'économie agricole des départements d'outre-mer, Guadalupe.

Proyecto de café laurina. Conseil régional de la Réunion.



© P. Vaast

Asociación agroforestal de cafetos Arábica con maderables (Terminalia amazonia) en Costa Rica.

Objetivos de las investigaciones

Actualmente, las investigaciones responden a seis objetivos principales:

- estudiar el vínculo entre terruño y producto;
- construir un modelo de elaboración de la calidad;
- autenticar el origen del café mediante espectrometría del infrarrojo cercano;
- identificar indicadores de calidad en la uva madura;
- conocer el determinismo genético de la calidad del grano y de la bebida;
- seleccionar variedades por su calidad.

Para más información

Jacques Avelino
CIRAD, c/o Ilica/Promecafé
Apartado postal 55, 2200 Coronado
San José, Costa Rica
jacques.avelino@cirad.fr
Tel.: +506 260 18 74
ó 260 18 75 ó 238 36 51
Fax: +506 260 19 37

Fabienne Ribeyre
CIRAD, 73 rue Jean-François Breton
TA 80 / 16
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
fabienne.ribeyre@cirad.fr
Tel.: +33 4 67 61 75 49
Fax: +33 4 67 61 59 55

Conviértase en experto del café

Una formación
para conocer mejor los cafés



Trabajar en la cadena productiva y comercial del café supone ser capaz de reconocer las variedades de café, poder controlar la calidad de los cafés oro comprendiendo la influencia de las condiciones de producción y del tratamiento postcosecha, dominar las técnicas de torrefacción y catación. Todos los parámetros, y son muchos, que pueden influir en el sabor y el aroma de la bebida final deben tenerse en cuenta para juzgar la calidad, pero también para responder a las preguntas del consumidor. Esta formación se imparte en un curso intensivo con un enfoque, a la vez, teórico y práctico sobre el conocimiento de los cafés.

El programa

Esta formación versa sobre conocimientos generales del sector que van de los orígenes de las principales especies a su preparación en la taza, pasando por los métodos de producción, transformación, conservación, flujos y circuitos de productos, las organizaciones y entidades internacionales, la reglamentación y las normas en vigor y el control de calidad.



Control de calidad de cafés oro al llegar a la planta torrefactora.



Peritaje del café oro.

Conocimiento general del café y de los cafetos

Se aborda la historia del origen de los cafetos, sus diferencias genéticas, su dispersión a partir de África hacia los demás continentes y la diversidad de las principales especies —existen más de 70 entre las cuales figuran Robusta y Arabica— que se manifiesta, por ejemplo, en su constitución química variable (contenido de cafeína...) en relación con las características de la bebida.

De la siembra al café verde

Las prácticas de cultivo, la elección de variedades, las condiciones ecológicas y el tratamiento postcosecha influyen en la calidad final del café verde. El conocimiento de las distintas prácticas que intervienen en el cultivo del café ayuda a comprender su repercusión en la calidad final del grano. Del mismo modo, el tratamiento postcosecha —vía seca o vía húmeda— desempeña un importante papel en los aspectos físicos y los precursores de aromas del grano. Se explicará su influencia durante el curso.



Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo

Departamento de cultivos perennes

Programa café

Boulevard de la Lironde
TA 80 / PS3
34398
MONTPELLIER
Cedex 5
Francia
cafe@cirad.fr

Del café verde al café tostado

La torrefacción es la operación fundamental en la transformación del café oro en bebida de café. El conocimiento de los precursores de aromas (azúcares, aminoácidos...) es necesario para una buena comprensión de las transformaciones químicas responsables de la formación de aromas.

El aparato de torrefacción constituye un verdadero reactor donde se desarrollan decenas de reacciones químicas y se generan cientos de compuestos aromáticos, buenos o malos. Controlar esta operación es primordial para obtener el mayor potencial aromático de los mejores cafés oro; además del control de tiempo y temperatura, lo que se intenta explicar es el arte de la torrefacción.

Del café tostado a la bebida

Son muchos los parámetros que deben controlarse en la extracción de los constituyentes solubles del grano de café tostado que combina transferencias de calor y de masa. Así se logra obtener toda una gama de sabores y aromas en función de la demanda de los consumidores (café filtrado, café expreso). El café posee una dimensión cultural y, al igual que el vino, es objeto de numerosas observaciones y comentarios sobre su origen, su terruño, su "cuerpo", su "fuerza", su acidez, su aroma: el curso permitirá detallar y aclarar estas caracterizaciones.



© P. Vaast



Prueba de catación antes de exportación.

Clasificación de los cafés por un experto.

Para más información

Jean-Jacques Perriot,
CIRAD, TA 80 / 16,
73 av. J. F. Breton,
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
jean-jacques.perriot@cirad.fr
Tel.: +33 4 67 61 58 92
Fax: +33 4 67 61 59 55



La misión del programa café es producir cafés de calidad y enfrentar la inestabilidad de los precios de bolsa optimizando los sistemas de cultivo, para aumentar la rentabilidad para beneficio de los pequeños productores. En cooperación con los países productores y los distintos actores de la cadena, orienta sus investigaciones para que el subsector café contribuya a responder a los desafíos del desarrollo sostenible.

The Coffee Programme works to help growers produce quality coffee and cope with market price fluctuations, by optimizing cropping systems so as to increase profitability for smallholders. Its research is conducted in partnership with producing countries and all the different stakeholders, to ensure that the coffee commodity chain plays a part in solving sustainable development issues.

Objetivos / Objectives

- Promover la gestión sostenible de las unidades de producción cafetaleras: mantener la rentabilidad del cultivo preservando el medio ambiente.
 - Enfrentar las principales plagas y enfermedades con el manejo integrado.
 - Proponer variedades de café mejoradas por sus características agronómicas así como sus calidades organolépticas adaptadas a los mercados.
 - Caracterizar y producir calidad: ayudar a los productores en comercializar cafés de buena calidad sensorial y conformes a las normas sanitarias.
 - Estudiar los mercados y entender sus evoluciones.
- To promote sustainable management of coffee farms: maintaining crop profitability while preserving ecosystems.*
- To manage the main parasite constraints through integrated control methods.*
- To offer improved coffee varieties in terms of the main agronomic characters and organoleptic properties tailored to market demand.*
- To characterize and control quality: helping producers to market coffees with good sensorial properties that satisfy sanitary standards.*
- To study markets and highlight changes.*

Algunos indicadores / A few details

- 34 agentes, de los cuales 23 investigadores asignados en América Latina, el Caribe, África, Asia y en Montpellier.
 - Un laboratorio de análisis sensorial en Montpellier.
- A staff of 34 including 23 researchers, based in Central and South America, the Caribbean, Africa, Asia and Montpellier.*
- A sensorial analysis laboratory in Montpellier.*



Centro
de Cooperación
Internacional
en Investigación
Agronómica
para el
Desarrollo

**Departamento
de cultivos
perennes**

TA 80 / PS3
Bd de la Lironde
34398 Montpellier
Cedex 5
France

Teléfono:
+33 4 67 61 71 35
Télécopie :
+33 4 67 61 75 64
cafe@cirad.fr
www.cirad.fr

Contacto

Christophe Montagnon
Jefe del programa café
Head Coffee Programme
CIRAD,
Bd de la Lironde, TA 80 / PS3,
34398 Montpellier Cedex 5, Francia
cafe@cirad.fr

Fuente fotográfica / Photos credits
ANACAFE Guatemala
CIRAD
Dibujos
Nathalie Legall