



# RAFI COMMUNIQUE

Julio de 1989

RURAL ADVANCEMENT FUND INTERNATIONAL  
□ P.O. Box 1029, Pittsboro, North Carolina 27312, USA/919-542-5292

## CAFE y BIOTECNOLOGIA

**TEMA A TRATAR:** la aplicación de biotecnologías al género Coffea

**IMPACTO:** en la actualidad, el café es cultivado por pequeños agricultores en la mayoría de los países productores. Las biotecnologías facilitarán su desplazamiento hacia la producción en gran escala, la que además se concentrará en una menor cantidad de países.

**PAISES AFECTADOS:** todos los países productores de café. Aquellos con producciones menores y en base a las variedades robusta serán los más adversamente afectados.

**PARTICIPAN:** los dos mayores compradores y vendedores de café del mundo: General Foods (subsidiaria de Philip Morris) y Nestlé, al igual que algunas empresas biotecnológicas pequeñas en Estados Unidos, Singapur y Japón (véase los perfiles de las empresas más adelante).

**SIGNIFICACION ECONOMICA:** el café es el cultivo de exportación más importante del Tercer Mundo, con un valor de US\$10.000 millones al año para más de 50 países exportadores.

### Introducción al café

El café es el producto agrícola de exportación más importante del Tercer Mundo, seguido por el azúcar, el caucho y el cacao. Con un valor aproximado de US\$10.000 millones anuales para más de 50 naciones de América Latina, Africa y Asia, el café sólo es superado por el aceite en cuanto a generación de ingresos por exportaciones. Para la mayoría de los países exportadores de café, este es el producto de exportación que genera los mayores ingresos.

Con la excepción de Brasil, Colombia, Kenya e Indonesia, el cafeto no es, por lo general, un cultivo de grandes plantaciones o haciendas. En la mayoría de las regiones productoras es cultivado por pequeños agricultores y campesinos con producciones diversificadas.

Brasil y Colombia dominan el mercado mundial del café, con un 34% de las exportaciones mundiales en 1988, y un 40% de la producción total en el mundo. Aún así, las exportaciones de café son de importancia vital para muchos países en Africa, Asia y América Latina. En Rwanda, por ejemplo, aproximadamente 500.000 agricultores cultivan el cafeto en áreas de no más de 1000 metros cuadrados en promedio. En Indonesia, 650.000 agricultores

cultivan café en parcelas con un tamaño medio de 1 hectárea. En Colombia, hay aproximadamente 300.000 cafetales con un promedio de 3,4 hectáreas cada uno. No es una exageración decir que millones de campesinos en el mundo dependen del cultivo del café para cubrir al menos una parte de su sustento. [1]

Dada la importancia de este cultivo, es vital que los países productores del Tercer Mundo estén plenamente informados sobre los usos potenciales de las biotecnologías en el café, y de las implicancias que ello tiene para el futuro de los productores y de las respectivas economías nacionales.

### Orígenes del café

Existen más de 100 especies de *Coffea*, pero sólo dos se cultivan comercialmente en forma significativa. Ambas son originarias de Africa. El centro primario de diversidad de *Coffea arabica*, la especie de mayor importancia comercial, es Etiopía. Esta especie representa el 70% de los cafetales comerciales en el mundo y cerca del 99% de la producción latinoamericana; se cultiva a mayor altura y generalmente se considera que da origen al café de mejor calidad.

Los centros de diversidad para *Coffea canephora* (comúnmente llamado café robusta) se sitúan principalmente en Africa ecuatorial central y occidental, y en Madagascar. Esta especie se cultiva en las zonas tropicales más bajas, y de ella proviene un 80% de la producción de café de Africa.

Como en muchos otros productos tropicales de exportación, la historia de los cafetales desde la era colonial es la de una extremada uniformidad genética. En 1706, una sola planta de café arábica sobrevivió al largo viaje entre Java y el Jardín Botánico de Amsterdam. Los cafetos introducidos más tarde al Nuevo Mundo son descendientes de esta única planta. Hoy en día, los cafetales en toda América se ven diezmados por enfermedades devastadoras, especialmente *Hemileia vastatrix* (la roya de la hoja del café) y *Colletotrichum coffeanum* (enfermedad del fruto).

La roya del café -un hongo que ataca las hojas del café- es "universalmente considerada como una de las peores plagas agrícolas de todos los tiempos." [2] En la década de 1860, la roya aniquiló la producción de café en Ceylán, y terminó con el cultivo de café arábica en gran parte de Asia. América Latina se mantuvo libre de este problema hasta 1970, cuando fue detectado en Brasil.

La roya del café continúa siendo una seria amenaza para los países productores de café arábica, aunque puede ser controlada mediante abundantes y caras aplicaciones de fungicidas cúpricos. En 1983, por ejemplo, el control de la roya mediante fungicidas costó más de US\$200 por hectárea en México. El costo de los

tratamientos a las plantaciones mexicanas se estimó en US\$66.000.000 al año, aproximadamente una octava parte de los ingresos generados al país por las exportaciones de café [3]. En noviembre de 1987, el 70% (más de 700.000 hectáreas) de los cafetales colombianos estaban infectados con roya. El control de esta enfermedad en Colombia ha elevado los costos de producción hasta en un 20% [4]. Así, aunque la roya puede ser controlada, los tratamientos mediante fungicidas son demasiado costosos para ser usados normalmente por la mayoría de los productores cafeteros.

### Comercio internacional del café

Desde los inicios de la década del 60, el comercio mundial del café ha sido regulado por el Acuerdo Internacional del Café (ICA), el que es administrado por la Organización Internacional del Café (ICO), con base en Londres. Casi todos los países exportadores (50 miembros, con un 99% de toda la producción), así como los países importadores de café del mundo (24 miembros, con un 90% del consumo) son miembros de ICO. ICA intenta equilibrar la oferta y la demanda mediante la regulación de la producción a través de un sistema de cuotas de exportación, y mediante la fijación de precios justos para productores y consumidores.

Los intereses de los principales países productores de café (especialmente Brasil) dominan claramente las negociaciones al respecto. Pero el sistema de cuotas y precios mínimos del ICA tradicionalmente ha garantizado un cierto nivel de estabilidad para los países africanos, con producciones menores y en base a café robusta. Sin embargo, la demanda siempre creciente por café arábica -más suave y de mayor calidad- hace que los productores de café robusta estén perdiendo terreno en los mercados mundiales[5]. Los mayores importadores de café, junto con los principales productores (especialmente Brasil y Colombia) han estado exigiendo algunos ajustes en el ICA, los que darán a los productores de café arábica mayor flexibilidad y una mayor proporción del mercado, a expensas de los productores de café robusta. Dado que tantos países africanos dependen de la exportación de café robusta para obtener su principal ingreso por exportaciones, una nueva pérdida de mercados y nuevas bajas en los precios podrían tener efectos devastadores.

El golpe de gracia se produjo a comienzos de julio (de 1989), cuando el Acuerdo Internacional del Café se derrumbó y las cuotas de exportación fueron suspendidas [6]. Brasil inmediatamente rebajó sus precios de exportación en un 5%. En una semana, las proyecciones de precios en Nueva York cayeron en un 18%. Si prevalece el libre mercado y no se logra un nuevo acuerdo, los analistas de mercado predicen que muchos países con producciones menores de café serán sacados del mercado, quedando sólo los productores más grandes (Brasil, Colombia, México, Kenya e

Indonesia)[7]. También se predice que Brasil podría llegar a dominar un 50% de las exportaciones mundiales (en comparación al 30% actual)[8].

Cualquiera sea el resultado, el futuro se ve gris para los países productores más pequeños (especialmente Angola, Madagascar, Congo, Filipinas, Benín, Camerún, República Central Africana, Guinea Ecuatorial, Gabón, Togo, Uganda y Zaire)[9].

### Café y biotecnología: un trabajo que avanza

El cafeto es una planta arbórea perenne que ha resultado difícil de mejorar por medios tradicionales, principalmente por incompatibilidad sexual entre especies comerciales y por el excesivo tiempo necesario para obtener nuevas generaciones de plantas. La obtención de una nueva variedad mediante métodos convencionales de mejoramiento lleva de 15 a 20 años.

Sin embargo, los últimos avances en biotecnología ofrecen muchas posibilidades para alterar cualidades específicas del café, ya sea en relación a su comportamiento agronómico, a sus posibilidades de procesamiento o a su aceptación como bebida por parte del consumidor. Más aún, los científicos consideran al género *Coffea* "un modelo 'in vitro' ideal para el mejoramiento mediante cultivo de tejidos y transformación genética"[10]. Lo que sigue a continuación es una breve visión general e introductoria al trabajo que se está haciendo en café mediante las biotecnologías. (Para mayor información sobre alguna empresa en particular, véase "Perfiles Empresariales", páginas 10 y 11)

Cultivo de tejidos. Varias técnicas de cultivo de tejidos que se están utilizando en *Coffea* pueden acelerar significativamente los procesos de mejoramiento y obtención de nuevas variedades[11]. La micropropagación ya se utiliza rutinariamente para obtener producciones masivas de plantas mejoradas y genéticamente uniformes, apropiadas para las explotaciones en gran escala. Esta técnica incluye la producción de plántulas a partir de yemas u otros tejidos que presentan una rápida división celular. Normalmente, tomaría 35 años obtener un híbrido resistente a la roya. Sin embargo, usando diversas técnicas de cultivo de tejidos "in vitro" ya se ha podido obtener un híbrido entre *C. arabica* y la especie robusta. El híbrido resultante, arabusta, no puede ser reproducido por semillas, pero la micropropagación permite la producción de 20.000 plántulas a partir de un solo segmento de tejido en 12 a 18 meses [12].

En Singapur, Plantek International (una empresa biotecnológica propiedad de capitales de Japón y Estados Unidos) está produciendo clones de una nueva variedad de café arábica resistente a la roya, destinada a las grandes plantaciones en el Sudeste Asiático. Antes de la obtención de esta nueva variedad

resistente por parte de Plantek, la amenaza de la roya había prácticamente eliminado la producción de café arábica en esta región del mundo. La nueva variedad puede ser el punto de partida para el surgimiento del Sudeste Asiático como una de las principales áreas productoras de café del futuro. El gobierno de Brasil -a través de EMBRAPA, organismo estatal- también está utilizando la micropropagación para la producción masiva de nuevos clones de cafetos.

Otras técnicas de cultivo de tejidos (variación somaclonal y embriogénesis somática) permiten inducir mutaciones en segmentos vegetales, obteniéndose así material que puede servir de base para nuevos programas de mejoramiento. Estas técnicas son utilizadas para identificar y luego explotar las características resultantes a partir de las mutaciones inducidas.

DNA Plant Technology, Inc (EEUU), bajo contrato con General Foods (EEUU) se ha concentrado en el uso de la variación somaclonal para el descubrimiento de características nuevas y deseables para los programas de mejoramiento. Usando esta técnica, se pueden obtener nuevas plantas en la mitad del tiempo requerido por el mejoramiento convencional [13]. Algunos clones desarrollados por los laboratorios de DNAPT fueron plantados en Brasil y ya dieron su primera cosecha [14].

La investigación sobre embriogénesis somática (embriones vegetales encapsulados en medios nutritivos y que germinan igual que semillas) dará algún día como resultado la producción de semillas artificiales de cafeto [15]. Ya que los embriones somáticos pueden ser reproducidos más rápidamente y en cantidades mucho mayores que las plantas producidas mediante micropropagación, en el futuro esta técnica afectará profundamente la disponibilidad y distribución de nuevas plantas de café genéticamente alteradas. Las semillas híbridas sintéticas facilitarán el surgimiento de grandes plantaciones de cafetos, ya que ellas permitirán mayor productividad y uniformidad[16].

Fusión celular. Una importante técnica para la manipulación genética de Coffea es la fusión protoplásmica. Esta técnica utiliza enzimas especiales para disolver las paredes de las células vegetales. Las células desprovistas de paredes se denominan protoplastos. Al fusionar dos células, su material genético también se une, formando una nueva célula híbrida. Si luego el protoplasto puede reproducirse hasta conformar una planta, el resultado es una planta transgénica. En 1987, por primera vez se logró obtener plantas de cafeto a partir de protoplastos [17]. La fusión de protoplastos es una técnica adecuada para transferir grandes cantidades de genes. Ya que la mayor parte de los caracteres importantes son controlados por genes múltiples, ésta también es una técnica con gran potencial para la futura manipulación genética de Coffea.

Genética molecular. Algunas técnicas más precisas y sofisticadas de ingeniería genética en café se ven a futuro, aunque hay poca información disponible sobre programas de investigación específicos. Escagenetics, una empresa biotecnológica pequeña con base en California, EEUU, asegura ser la primera empresa que ha desarrollado una tecnología de ingeniería genética para manipular las características del café, y se encuentra en el proceso de patentar estos avances. A pesar de ello, otros científicos creen que los resultados prácticos de la recombinación o transferencia de genes sólo se verán en 10 a 20 años más.

### Objetivos específicos de la investigación en biotecnología y café.

Las aplicaciones de la biotecnología a *Coffea* pueden presentar distintos niveles de complejidad. Es necesario subrayar que la mayoría de ellas está en sus primeros estados de desarrollo, y que algunas pueden no llegar a ser realidad sino hasta comienzos del próximo siglo. Aún así, su potencial es enorme.

De acuerdo a una revisión de la bibliografía sobre biotecnología, la siguiente es una lista de objetivos presentes y futuros de la investigación sobre manipulación genética de *Coffea* [18]:

- obtención de variedades resistentes a enfermedades, especialmente a la roya
- desarrollo de variedades de café sin cafeína, o de granos con un menor contenido de ella
- desarrollo de variedades con floración uniforme y retención más prolongada de los frutos maduros, a fin de facilitar la cosecha mecanizada
- resistencia a insectos como una forma de rebajar costos de producción y disminuir los residuos de pesticidas en los granos de café
- desarrollo de plantas de *Coffea* con resistencia a herbicidas
- modificación de las proteínas de la semilla, alteración de la composición química de los granos y aumento en el contenido de sólidos a fin de aumentar los rendimientos
- resistencia a las heladas

### ¿Cuál será el impacto sobre los productores de café?

Aunque la mayoría de los trabajos sobre biotecnología y café están en sus estados más iniciales, no es difícil prever algunas consecuencias para los productores de café en el Tercer Mundo.

**Uniformidad genética:** las técnicas de micropropagación y de producción masiva de nuevos clones de cafetos seguramente intensificarán la uniformidad genética en la producción de café. Si comienzan a utilizarse ampliamente en plantaciones en gran

escala, incluso las nuevas variedades resistentes pueden tornarse altamente susceptibles a plagas y enfermedades.

**Sobreproducción y disminución de precios:** la propagación masiva de cafetos también puede facilitar el surgimiento de grandes plantaciones de cafetales, causando sin lugar a dudas sobreproducción y posteriormente una baja en los precios del café. Tal como ocurre con la mayoría de los productos de importancia, son los grandes productores quienes podrán solventar las nuevas variedades y quienes tendrán mayores posibilidades de sobrevivir a los cambios provocados por las bajas en los precios del producto.

**Mayor necesidad de insumos y menor necesidad de mano de obra:** si logran tener éxito, los intentos por desarrollar árboles con floración uniforme y retención más prolongada de los frutos maduros facilitarán la introducción de la cosecha mecanizada del café. Las características que permiten ahorrar mano de obra están claramente dirigidas a los grandes productores. La cosecha mecanizada de cafetos genéticamente uniformes sin duda reducirá la necesidad de mano de obra para la cosecha y la importancia de los pequeños productores.

Al mismo tiempo, la obtención de variedades resistentes a herbicidas aumentará el uso de insumos comprados y disminuirá las necesidades de mano de obra. El mayor uso de herbicidas es una amenaza para la salud de los trabajadores agrícolas y una nueva fuente de problemas ambientales asociados a la contaminación química.

**Transferencia de la producción:** Coffea es extremadamente susceptible a las heladas, un factor que ha arruinado muchas cosechas, especialmente en Brasil. Si los investigadores tienen éxito en desarrollar variedades resistentes a las heladas, ello podría ayudar a los productores de café en áreas con alto riesgo de heladas. Pero también podría tener un impacto dramático sobre dónde se cultivará el café, incluso con la posibilidad de extender este cultivo a climas templados.

La intención de desarrollar variedades con menor contenido de cafeína sin duda permitirá grandes ahorros para los principales procesadores de café, los que hoy deben utilizar un proceso químico para des-cafeinar el grano.

**Quimeras genéticas:** la modificación de las proteínas y otras alteraciones genéticas que afecten la composición química del grano podrían provocar los impactos más profundos y permanentes en la futura producción de café. Si se tiene éxito en los intentos por alterar la composición química del grano, sería posible "producir por encargo" determinados sabores o calidades, sin las limitantes que hoy en día imponen las variedades de café comunes y sus tradicionales características agronómicas. De

acuerdo a FA Technology Ltd.:

"....un programa de investigación podría aislar el gen que codifica alguna proteína de la semilla de arábica, transferirlo a la información genética de plantas de café robusta y probar sus efectos sobre la calidad "en taza". De la misma manera, una proteína de la semilla de robusta podría ser transferida a las variedades arábica. Proteínas de las semillas de otras especies también podrían transferirse a plantas de cafeto, para determinar su efecto sobre la calidad "en taza". Por ejemplo, la proteína de una nuez brasileña es rica en amino ácidos sulfurados, y su introducción al café podría aumentar nuestra comprensión sobre el papel de los compuestos sulfurados en el sabor obtenido"[19].

Aún más fantástica es la futura posibilidad de obtener café a partir de otros granos comunes que hayan sido genéticamente alterados para sintetizar el sabor del café. En un artículo publicado en 1987 en Tea and Coffee Trade Journal, el Dr. Samuel Lee explica:

"Insertemos el ADN nuclear del café en otras variedades más comunes y fáciles de cosechar -lentejas, frijoles, garbanzos, frijol lima o incluso maní [cacahuatle]. Se podría insertar genes del cafeto haciendo énfasis en diversos sabores, mayor, menor o ninguna cafeína, alto contenido de sólidos solubles, o una combinación de varios de estos factores. Esto podría permitir la producción de café de alta calidad en casi cualquier clima y en casi cualquier país del mundo."(énfasis nuestro) [20]

### Conclusiones: quién gana y quién pierde.

En la actualidad, el café es predominantemente un cultivo de pequeños productores. La aplicación de biotecnologías a *Coffea* en las próximas décadas hará posible un cambio fundamental, desplazando la producción hacia las grandes plantaciones y propiedades. Las principales naciones latinoamericanas productoras de café (particularmente Brasil) continuarán siendo las dominantes. El Sudeste Asiático puede, una vez más, convertirse en una de las principales regiones productoras de café arábica. Las naciones más pequeñas, productoras de café robusta (la mayoría de ellas en Africa), y donde el cafeto es un cultivo campesino, son las que sufrirán las mayores pérdidas. Dado que en muchos de estos países el café es el principal cultivo de exportación, el impacto económico podría ser especialmente devastador.



Las nuevas biotecnologías tienen el potencial de transformar en forma dramática las características agronómicas y de procesamiento de Coffea. La tan concentrada industria del café en el Norte, controlada por sólo unas pocas y gigantescas empresas transnacionales de alimentos, será la que obtendrá los mayores beneficios de estas nuevas tecnologías. Inevitablemente, los "perdedores" serán los millones de pequeños productores de café en todo el Tercer Mundo.

#### Sugerencias a la Organización Mundial del Café (ICO).

Uno de los objetivos del Acuerdo Internacional del Café (ICA) es el de "promover la diversificación y el desarrollo económico de los países productores de café." RAFI es de la opinión que ICO tiene un importante papel que jugar en lograr que los países miembros tomen conciencia de los potenciales efectos negativos de la aplicación de las biotecnologías a Coffea. ICO ya ha financiado un importante informe sobre biotecnología y café, pero éste no incluye un análisis de los impactos sociales y económicos.

Sugerimos que ICO haga un seguimiento cuidadoso de la investigación biotecnológica pública y privada en relación al café, y cree una sistema de "alarma temprana" para prevenir a los países miembros sobre la necesidad de una planificación y diversificación inmediata.

---

Autor: Hope Shand, RAFI

Traducción: Camila Montecinos, Centro de Educación y Tecnología  
Casilla 16557, Correo 9  
Santiago, CHILE

## Perfiles Empresariales

### Investigación sobre biotecnología y café en la actualidad

[La mayor parte de la investigación sobre café y biotecnología está siendo llevada a cabo por empresas privadas y se considera propiedad reservada. Los representantes empresariales están dispuestos a informar sólo en términos generales sobre la investigación hecha, sus metas y objetivos. La siguiente información se obtuvo a través de entrevistas personales con los representantes de las empresas, informes anuales e informaciones ya publicadas.]

DNA Plant Technology Corp. (New Jersey, EEUU). Empresa líder en biotecnología agrícola, especializada en el uso de técnicas de cultivo de tejidos y cultivos celulares para el mejoramiento genético y el tratamiento de productos alimenticios. Mediante un acuerdo con General Foods Corp. (véase más adelante), DNA Plant Technology está utilizando variación somaclonal para obtener nuevas variedades de café. Su objetivo es "desarrollar variedades de café con nuevos beneficios para el consumidor y el procesador", y aumentar el consumo de café mejorando la calidad de la bebida. Esta empresa busca mejorar algunas propiedades agronómicas del café arábica, como el sabor del grano, los rendimientos, los ciclos de crecimiento, etc. Nuevas variedades obtenidas por DNAFT están siendo probadas en terreno en Brasil y ya han dado su primera cosecha. La empresa no entregará información sobre los resultados.

General Foods (New York, EEUU). El Grupo Kraft General Foods es una subsidiaria (con un valor de US\$22.500 millones) del conglomerado estadounidense (dedicado a tabacos y alimentos) Philip Morris. Es la segunda mayor empresa de alimentos del mundo, luego de Nestlé (Business Week, 8 de mayo de 1989, p.74). En los Estados Unidos, KGF vende 14 de las 50 principales marcas de alimentos. General Foods tiene un tercio del mercado del café en Estados Unidos. Ha establecido contrato con DNA Plant Technology Corp. para mejoramiento genético del café (véase más arriba).

Escagenetics (California, EEUU) es una pequeña empresa biotecnológica especializada en biotecnología vegetal, en relación a la industria de alimentos y la agricultura. La empresa es ampliamente conocida por su trabajo en bio-síntesis de vainilla. La investigación sobre café es de propiedad de la empresa, sin contrato con otros conglomerados. De acuerdo al Vice-presidente para investigación y desarrollo en Escagenetics, esta empresa es "un actor principal" en la biotecnología en café, y tiene un importante programa para transformar genéticamente las propiedades del café y mejorar sus características para el consumo. Los esfuerzos de investigación se han centrado en dos áreas: el desarrollo de cafetos con mejores características agronómicas y el desarrollo de café con "atributos deseables",

como menores contenidos de cafeína y mayor concentración de sólidos extraíbles. Escagenetics ha estado trabajando en café desde 1985, y asegura ser la primera en "desarrollar la tecnología de ingeniería genética para manipular las características del café." La empresa está "procurando activamente una adecuada protección mediante patentes" para este trabajo.

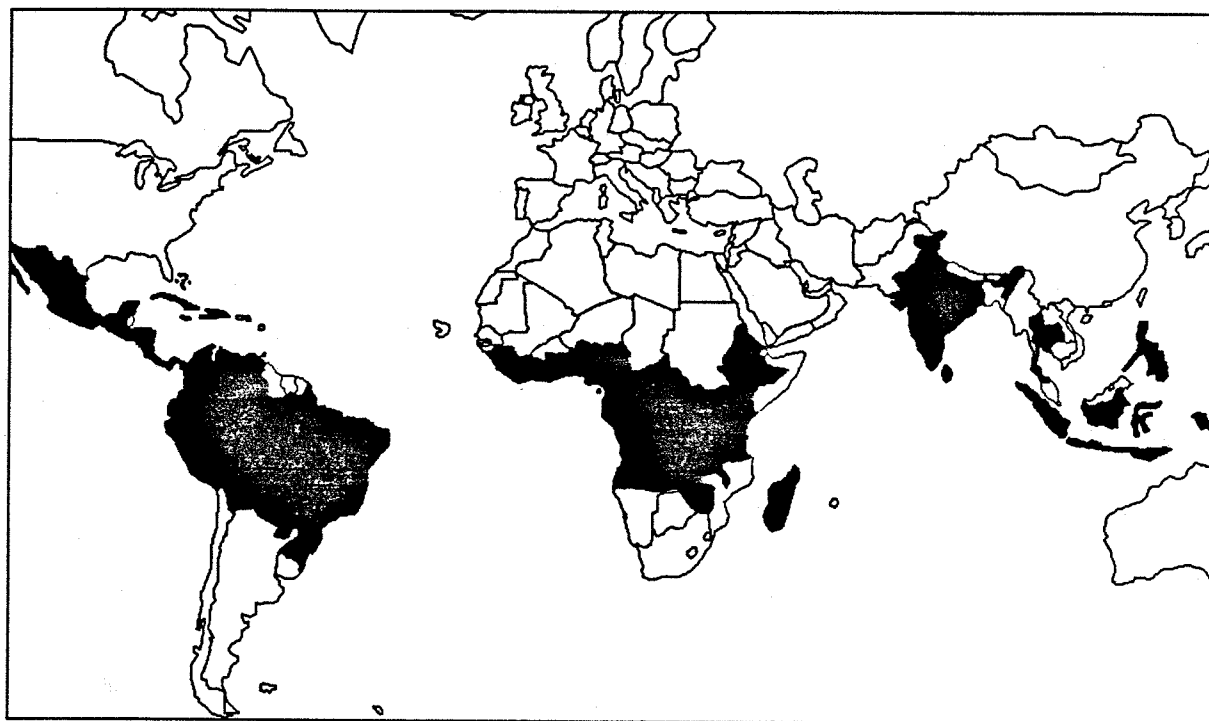
Nestlé (Suiza) es la mayor empresa de alimentos del mundo, con ventas anuales en 1988 de aproximadamente US\$24.000 millones. Nestlé es probablemente el comprador y vendedor de café más grande del mundo. Prácticamente no hay información disponible sobre la investigación que esta empresa hace sobre biotecnología y café, aunque lleva a cabo trabajo en terreno en Filipinas y estableció un centro sobre biotecnología cerca de Lausanne, Suiza, en 1987.

Plantek International Ltd. (Singapur) se formó en 1984, como una empresa conjunta entre NPI (Native Plant Inc., EEUU), Tata Enterprises (India), Sumitomo Chemical Co. (Japón) y Kyowa Hakko Kogyo Co., Ltd. (Japón). La misión de Plantek es "desarrollar y promover activamente variedades mejoradas de cultivos de plantación y otras plantas de alto valor comercial en el Sudeste Asiático, el Subcontinente Indio y Africa Oriental."

En 1985, Plantek anunció la obtención de una nueva planta de cafeto, resistente a la roya y con "pleno sabor". Fue la primera empresa que tuvo éxito en la obtención de este híbrido mediante cultivo de tejidos, y está produciendo miles de nuevas plantas (World Coffee and Tea, septiembre de 1985, p.45). La compañía ha desarrollado variedades escogidas de café y está efectuando pruebas de sabor en Japón (Informe Anual de NPI, 1988, Operaciones Internacionales). Los clones de cafetos producidos por Plantek están siendo introducidos en todo el Sudeste Asiático.

- [1] Las estadísticas sobre el número y tamaño de las fincas cafeteras provienen de: de Graaff, J., The economics of Coffee, Pudoc Wageningen, 1986, p.76
- [2] Anónimo, USDA Foreign Agricultural Service, nota enviada desde Rio de Janeiro, Brasil a Washington, EEUU. Sin fecha, #BZ-0032, escrita en la época en que la roya del café fue detectada por primera vez en Brasil
- [3] Sasson, Albert, Biotechnologies and Development (UNESCO, París, 1988), p.38
- [4] Comunicación personal con el Dr. Maro Sondahl, DNA Plant technology, Inc.
- [5] Stainer, Robin, "A Giant Under Siege" ("Un gigante acosado"), South Magazine, diciembre de 1988, p.105
- [6] Las cuotas ya habían sido abandonadas en dos ocasiones anteriores, pero ésta es la primera vez que se abandonan en momentos de caída del mercado.
- [7] Blackwell, David, "Coffee Producers Could Be Forced Out of Business", Financial Times of London, 13 de julio de 1989, p.38
- [8] Ibid
- [9] Costa de Marfil es el principal productor de café robusta. Otros miembros de ICO exentos del sistema de cuotas son Ghana, Guinea, Liberia, Nigeria, Sierra Leona, Sri Lanka, Tailandia, Trinidad Tobago.
- [10] Sondahl, M.R. y Loh, W.H.T., "Coffee Biotechnology" en Coffee, editado por R.J. Clark y R. Macrae, Elsevier, 1987, p.236
- [11] Debe tenerse presente que las técnicas de cultivo de tejidos también pueden ser utilizadas para facilitar el intercambio y conservación de germoplasma de ecotipos nativos en peligro de extinción.
- [12] Sasson, Albert, Biotechnologies and Development (UNESCO, París, 1988) p.39
- [13] Sondahl and Loh, op. cit., p.239
- [14] DNA Plant Technology, "Tropical Plant Products", 1988 Annual Report, p.9
- [15] Institut de Recherches du Cafe et du Cacao (IRCC) Cafe, Cacao, Te, "Summary Report", Association Scientifique Internationale du Cafe (ASIC) No 3, julio-sept., 1987, p.256
- [16] Sondahl and Loh, op. cit., p.256
- [17] Sasson, op. cit., p.40
- [18] La fuente principal fue Coffee and Biotechnology: A Summary of the State of the Art, preparado para la Organización Internacional del Café por PA Technology Limited, Reino Unido, 1986
- [19] PA Technology Ltd., Coffee and Biotechnology, p.18
- [20] Lee, Samuel, "Synthetic Coffee May Well Come on the Market in the Near Future", Tea and Coffee Trade Journal, agosto de 1987, p.5-6

**PAISES EXPORTADORES DE CAFE  
ENTRADAS ANUALES DE US \$10.000 MILLONES PARA 50 NACIONES  
PRODUCTORAS DEL TERCER MUNDO**



Fuente: RAFI

Porcentaje de las entradas por exportación provenientes del  
café (Algunos países) 1982 - 1984

América Latina

Colombia: 50%  
Costa Rica: 26%  
El Salvador: 59%  
Guatemala: 31%  
Haití: 27%  
Honduras: 22%  
Nicaragua: 27%

Africa

Burundi: 87%  
Camerún: 20%  
Rep. Cent. Africana: 32%  
Etiopía: 62%  
Costa de Marfil: 19%  
Kenya: 26 %  
Madagascar: 37%  
Rwanda: 68%  
Tanzania: 35%  
Uganda: 93%

Fuente: IBRD, Commodity, Trade and Price Trends, Edición  
1987-1988 (Baltimore: The John Hopkins Univ. Press, para el  
Banco Mundial, 1988), pp.20-24

