

# LA CIENCIA GENOMICA: hacia el control total sobre los cultivos



Por GRAIN\*

A lo largo de los últimos años las industrias farmacéuticas y agrícolas han realizado fuertes inversiones en investigación genómica, considerada la pieza clave de la investigación y el desarrollo de productos en el futuro. El conocimiento del genoma de los cultivos, nos dicen, permitirá superar las limitaciones de las actuales técnicas de ingeniería genética, abriendo las puertas a todo un mundo de nuevas posibilidades. No faltan las promesas audaces de cómo la ciencia genómica puede contribuir a alimentar el mundo, a reorientar la agricultura hacia la sostenibilidad, e incluso a aumentar la agrobiodiversidad. En este artículo se analiza el estado actual de la investigación genómica de los cultivos, y se hace una evaluación crítica de estas afirmaciones.

**E**l nacimiento de la ciencia genómica ha hecho pisar a fondo el acelerador en la carrera por apropiarse y explotar los genes de los seres humanos, los animales y las plantas. La genómica es el estudio de todos los genes de una determinada especie, y de cómo interactúan entre sí originando las características de esa especie. Los genes son la moneda de cambio del futuro para la industria farmacéutica y agrícola y la genómica se ha convertido en la herramienta que los investigadores confían ayudará al desarrollo de nuevos fármacos, de alimentos y de productos industriales. Las compañías que han apostado por la investigación genómica no se recatan a la hora de hacer predicciones. "La muerte no es más que una sucesión de enfermedades evitables", afirma el director de Human Genome Sciences.

## El Proyecto del Genoma Humano

La investigación genómica comenzó su firme andar con el lanzamiento en EEUU, en octubre de 1990, del Proyecto del Genoma Humano (PGH), una iniciativa del sector público cuyo objetivo es conseguir el mapa completo del genoma humano. Desde su comienzo se han destinado del orden de 2.200 millones de dólares de financiación al PGH, calificado como el empeño más ambicioso de la historia de la biología en el campo de la medicina. Posteriormente al menos 18 países han establecido sus propios programas de investigación sobre el genoma humano: principalmente países industrializados, pero también Brasil, China y México.

En principio se pretendía que los resultados del PGH se hicieran públicos, para contribuir al desarrollo de otras iniciativas de investiga-

ción. Sin embargo, uno de los científicos abandonó el proyecto para establecer su propia compañía, Celera Genomics, una empresa privada en competencia directa con el PGH. Dado que la compañía empleaba una técnica diferente (y más tosca) de la empleada por los investigadores del PGH, Celera afirmaba que podía secuenciar el genoma completo en menos de tres años y a un costo muy reducido (200 millones de dólares). El desafío de Celera al PGH constituyó la señal de partida para la carrera

---

\* Traducido por Isabel Bermejo del original en inglés publicado en Seedling, marzo de 2000.

Este artículo ha sido editado, suprimiendo tablas y otro material sobre estrategias de investigación pública y privada. La versión completa en inglés de este artículo puede ser consultado en: <http://www.grain.org>. También puede solicitarse la versión en español a: [grain@chasque.apc.org](mailto:grain@chasque.apc.org)

del genoma humano, a la que pronto se sumaron numerosas compañías oportunistas, con miras a capitalizar esta nueva fuente de potencial riqueza.

Las empresas farmacéuticas se han apresurado a establecer acuerdos con estas compañías oportunistas, para hacerse con la propiedad de genes relacionados con las enfermedades más lucrativas. En conjunto, se han invertido en este tipo de alianzas más de 1.800 millones de dólares, sin contar con las transacciones realizadas en el seno de una misma compañía. La investigación se ha traducido en un salvaje frenesí de solicitudes de patentes, por parte de las compañías que quieren tomar el control sobre la propiedad del genoma. Celera y Human Genome Sciences han presentado solicitudes de patentes preliminares sobre 6.500 y 6.700 secuencias genéticas humanas respectivamente, y se calcula que Incyte ha solicitado patentes sobre unos 50.000 genes humanos individuales. En una mayoría de los casos las compañías no tienen ni la más remota idea –o si la tienen se trata de una ligera noción– de la función del gen o del fragmento genético que pretenden patentar, lo que de por sí debería constituir razón suficiente para la denegación de derechos de patente. Pero para las compañías esto no es un impedimento, dado que se han concedido multitud de patentes a productos que no entrañan el obligado paso inventivo, y sin que su utilidad haya sido demostrada.

La competencia entre el sector privado y el público ha acelerado el trabajo de secuenciación. Celera afirma que ha secuenciado ya casi las tres cuartas partes del genoma, y el PGH tiene pensado presentar su "primer borrador" esta primavera. En círculos científicos y políticos aumenta la preocupación por la privatización del genoma huma-

no, que puede entorpecer la investigación médica y los beneficios derivados de este tipo de investigación. En septiembre de 1999, los gobiernos del Reino Unido y de EE.UU. anunciaban que estaban redactando un acuerdo para evitar la concesión de patentes sobre el genoma humano. Pero estas declaraciones todavía no se han traducido en actuaciones concretas y es muy improbable sobre todo que EE.UU., que ha concedido ya unas 1.500 patentes sobre ADN humano y que alberga las compañías genómicas más destacadas, cumpla este compromiso.

### Desentrañando el genoma de los cultivos

La investigación genómica vegetal ha sido el pariente pobre de la investigación sobre el genoma humano, pero muchos científicos creen que la investigación genómica va a dar frutos mucho antes en el campo de la agricultura que en el de la salud humana, en términos de resultados prácticos. La industria, con su visión miope de un futuro de la agricultura basado en la ingeniería genética, considera esencial el enfoque genómico. Las modificaciones que la ingeniería genética puede introducir en una planta en la actualidad son muy limitadas: sólo pueden manipularse con cierta eficacia los rasgos regulados por uno, dos o tres genes. Pero estos rasgos constituyen la excepción a la regla. Los investigadores están empezando a tener en cuenta, por fin, el hecho de que las relaciones e interacciones entre genes tienen tanta importancia como sus efectos individuales. Los genes actúan en equipo, formando un sistema, y sus efectos son algo más

que la mera suma de efectos por separado.

Casi todos los rasgos de importancia económica en la agricultura industrial –como rendimiento, tolerancia al stress, tolerancia a la salinidad, contenido en nutrientes– son el resultado de interacciones complejas entre varios genes y el medio. La manipulación de un solo gen en ingeniería genética está tocando al fin de su corta vida, y el enfoque genómico se percibe como la siguiente etapa natural de esta tecnología. Aunque la tarea emprendida es inmensa, afortunadamente para los investigadores se ha descubierto que las plantas son muy conservadoras desde el punto de vista genético, lo que quiere decir que los genes que codifican rasgos y procesos vegetales son casi idénticos en un abanico de especies muy amplio. Esto facilita enormemente la tarea.

La planta modelo a la que hasta ahora se ha dedicado mayor atención es *Arabidopsis thaliana*, la mostaza silvestre, una planta dicotiledónea que tiene uno de los genomas vegetales más pequeños. El arroz fue el candidato lógico entre las monocotiledóneas, habida cuenta no sólo su importancia económica, sino que además el tamaño de su genoma es seis veces menor que el del maíz y 37 veces menor que el del trigo.

### ¿Por el bien común?

Desde un principio, las iniciativas en el campo de la genómica vegetal han estado muy influenciadas por las prioridades del sector privado. El primer llamamiento notorio a la inversión pública en genómica vegetal por parte de las compañías, fue la Iniciativa Nacional para el Maíz (INM) en EEUU en 1995. Con un gran apoyo por parte de la industria y bajo el lema "El



*futuro de la industria del maíz está escrito en su código genético*", la INM se suele promocionar como **la** fórmula para asegurar la continuidad del dominio estadounidense en el mercado internacional de maíz. La estrategia de la industria ha sido la de obtener financiación del gobierno para secuenciar el genoma completo del maíz. Los resultados estarían protegidos por patentes a nombre del gobierno de EEUU, que los pondría a disposición de la co-

munidad científica de EEUU –por cierto, dominada por la industria.

La industria ha acogido muy favorablemente también la Iniciativa Nacional sobre el Genoma Vegetal (INGV) de EEUU, una estrategia internacional para financiar proyectos sobre genoma vegetal. Uno de los objetivos de esta iniciativa es participar en colaboraciones internacionales en el campo de la genómica –principalmente en la secuenciación de *Arabidopsis* y del geno-

ma del arroz–, así como el desarrollo de tecnología genómica. La financiación destinada a la INGV fue del orden de 40 millones de dólares en 1998 y de 50 millones de dólares en 1999, y se prevé que en el año 2000 ascienda a 145 millones de dólares. Prácticamente todos los proyectos financiados hasta la fecha han sido concedidos a universidades y a institutos de investigación sin ánimo de lucro, aunque entre ellos figura el Instituto para Investigación Genómica Venter, vinculado muy estrechamente con el negocio Celera Genomics de Venter. La mayor parte del dinero se ha destinado a proyectos funcionales y de mapeo, siendo el maíz el cultivo que más financiación ha recibido, con 13 proyectos aprobados con una asignación de 55,5 millones de dólares. La INGV ha financiado también cuatro proyectos sobre genómica funcional de *Arabidopsis* y tres centrados en el mapeo del genoma del arroz.

## LO ULTIMO EN LA CIENCIA GENOMICA

Actualmente hay tres grandes campos de investigación en la ciencia genómica:

**La ciencia genómica estructural** trabaja en el mapeo y la secuenciación de genes y es la base de todo el trabajo genómico. La investigación en la ciencia genómica estructural es objeto de primordial interés para las instituciones públicas; absorbe prácticamente todos los fondos de la Unión Europea destinados a la ciencia genómica, y más de un tercio de los de Estados Unidos. Es también el terreno de empresas tales como Celera, Human Genome Sciences, Incyte (que tiene un sofisticado sistema de bases de datos que permite a sus usuarios utilizar la información que posee sobre la secuenciación y también archiva patentes para las secuencias de genes) y Myriad Genetics (tristemente conocida por ser la titular de la patente sobre diversos tipos de cáncer relacionados con el cáncer de mama).

**La ciencia genómica funcional** implica la identificación de funciones de las secuencias de genes. El objetivo es analizar cuándo, cómo y qué genes actúan juntos para generar una característica determinada. Entre las empresas más activas en este campo figuran Synteny (ahora propiedad de Incyte), Affymetrix, Clontech, Research Genetics y Wyis. Se trata de tecnologías muy costosas, lo que impide su uso en el sector público, incluso en Estados Unidos.

**La bioinformática** intenta dar sentido a la información derivada de las técnicas anteriormente descritas. La importancia de esta ciencia resulta obvia cuando se considera que el genoma humano contiene 100.000 genes que a su vez comprenden tres mil millones de pares de bases. El desarrollo de las herramientas de informática que permiten la explotación de las secuencias de genes constituye actualmente la prioridad máxima de numerosas empresas. Tal como dijo Craig Venter: "*La obtención del genoma humano es apenas el comienzo –la secuencia es el pie del tótem*". Varias empresas confían que podrán hacer mucho dinero agregando valor a las secuencias de genes a los que es posible acceder públicamente. La llegada de IBM al mundo de la bioinformática es un fuerte indicio de que tal vez pronto este campo se convierta en uno de los principales y más lucrativos de la tecnología de la información.

## El desembarco del sector privado

Pioneer Hi-Bred International, recientemente adquirida por DuPont, fue la primera compañía de semillas que se aventuró en el campo de la genómica. Tras fallidos intentos de convencer al gobierno de EEUU de la necesidad de inversiones públicas en investigación genómica, decidió intentarlo en solitario. En enero de 1996, se asoció con Human Genome Sciences, que se comprometió a secuenciar los genes del banco genético de maíz de Pioneer a cambio de 16 millones de dólares. Pioneer se reservaba la propiedad de toda la información sobre secuencias genéticas obtenida y los derechos de propiedad intelectual resultantes de esta colaboración. Con ello, Pio-

neer, hasta ahora 'el señor de los genes', se encaminaba por una senda que puede llevarle a convertirse en 'señor del genoma'. Entretanto la compañía ha continuado alentando al gobierno de EEUU para que emprenda su propio programa de secuenciado, con la esperanza de acceder gratuitamente a los resultados de la investigación pública, mientras que sus propias cartas están bien guardadas bajo la almohada.

La siguiente jugada significativa de la industria en este campo tuvo lugar en octubre de 1996, fecha en la que Monsanto anunció una alianza estratégica con Incyte Pharmaceuticals. El acuerdo otorgaba a Monsanto acceso en exclusiva a la base de datos de genoma vegetal de Incyte -presumiblemente elaborada a partir de muestras suministradas por Monsanto, y que quedaría bajo el control de Incyte- a cambio del compromiso por parte de Monsanto de pagar a Incyte un tanto de las futuras regalías devengadas por las ventas de productos desarrollados a raíz del convenio.

Estos dos estrategias básicas para el control de la información genómica -hacerse con la propiedad y con los derechos de patente de las secuencias; y pagar por el acceso a una información con valor añadido en concepto de derechos de usuario, sin ser el propietario de las secuencias- caracterizan hoy una mayoría de las empresas mixtas en este campo.

### Nuevas estrategias de las empresas del Complejo Agroindustrial Genético

En los tres últimos años el panorama de la genómica agrícola ha cambiado sustancialmente. El acceso a, y el control de una información genómica compleja se perci-

be ahora como la piedra angular del desarrollo de plantas transgénicas en el futuro; y las compañías de punta del complejo agroindustrial genético han iniciado una auténtica carrera para identificar -y poder adueñarse de- los genes que intervienen en la regulación de rasgos de interés comercial y sus interacciones. Las inversiones del sector privado en los últimos cuatro años exceden ya con mucho las realizadas por el sector público en plantas modelo. Y estas compañías están ahora rondando a las empresas genómicas oportunistas, igual que lo hizo la industria farmacéutica a principios de los noventa. La situación recuerda los inicios de la década de los noventa, cuando una serie de compañías biotecnológicas oportunistas (como Plant Genetic Systems y Calgene) contrataban sus servicios de ingeniería genética. Las empresas oportunistas terminaron siendo fagocitadas por las transnacionales, una jugada que bien puede repetirse en el campo de la genómica.

Una de las compañías que ha apostado con más fuerza en el campo de la genómica vegetal es Novartis, que está invirtiendo alrededor del 10% de su presupuesto de I+D en genómica. En 1998 la compañía invirtió la escalofriante cifra de 600 millones de dólares en un centro completamente nuevo de investigación genómica en La Jolla, California: el Instituto Novartis para el Descubrimiento Agrícola (INDA). INDA está centrandó su atención en "*comprender las bases del rendimiento de los cultivos y buscar genes fuera de las plantas que pudieran mejorar la salud y la nutrición*", y colabora con académicos y con compañías genómicas. Aventis también está realizando grandes inversiones en genómica, principalmente a través de Rhobio, una empresa mixta entre Rhone Poulenc y Biogenma (con

Limagrain como co-propietario). Conviene resaltar que esta empresa mixta, entre las mayores compañías francesas de agroquímica y del negocio de las semillas, se forjó justamente a los cinco meses del nacimiento de Genoplante, iniciativa en la que Francia puso la investigación pública al servicio de estas mismas compañías. Pioneer Hi-Bred y su nuevo propietario en ciernes, DuPont, se están situando en la posición de primeras compañías en el sector genómico del maíz y de la soja, respectivamente. En afirmaciones de Doyle Karr, de Pioneer, el trabajo conjunto de ambas compañías ha permitido "*identificar más del 90% de las secuencias de ADN en los genes del maíz*". Y por supuesto, Monsanto, que odia quedarse al margen de cualquier iniciativa, ha comprado a la empresa Millenium la tecnología para secuenciar, ha creado una filial genómica, ha establecido un centro para la investigación genómica en la India, y está trabajando con IBM en el campo de la bioinformática.

### La cada vez más difusa interfase de lo público y lo privado

A medida que crece el interés por la genómica, la interfase entre el sector privado y el público se hace más difusa: de hecho, la iniciativa Genoplante en Francia parece haber borrado por completo la línea divisoria. El acuerdo de INDA con la sección de genómica del Departamento de Microbiología y Biología Vegetal de Berkeley se podría calificar de escandaloso. Berkeley ostentará la titularidad de las patentes a las que dé lugar este acuerdo de 25 millones de dólares, y podrá cobrar regalías. Novartis, por su parte, se adjudica derechos de primicia para negociar el 30-

40% de los descubrimientos (a elección de la compañía) realizados en el Departamento, dado que aporta un 30-40% de la financiación. Novartis se reserva también el derecho a revisar los manuscritos científicos 30 días antes de su entrega para su publicación, para poder evaluar posibles aplicaciones comerciales. El Centro John Innes y el Laboratorio Sainsbury en el Reino Unido han formado alianzas para la investigación a largo plazo con Zeneca y DuPont, y el Max-Planck Institute de Alemania ha formado equipo con AgrEvo (Aventis).

### Mayor control

La lógica de la industria cuando invierte en genómica vegetal es la ampliación del marco tecnológico y legal de los cultivos manipulados genéticamente al interés económico de los rasgos controlados por la interacción entre gran número de genes. No es de extrañar, por tanto, que al igual que ocurre en la investigación genómica humana, las compañías agroindustriales se apresuren a reclamar derechos de propiedad intelectual de cada secuencia genética con la que tropiezan. Sin embargo, a diferencia de la industria farmacéutica, las compañías, en general, están limitando las solicitudes de patente a genes enteros y no a secuencias.

En la práctica, el patentamiento de secuencias genéticas de los cultivos podría limitar la actividad en este campo a las compañías propietarias de suficientes secuencias para negociar posibles operaciones de cesión o intercambio. La concesión de derechos de propiedad sobre secuencias genéticas vegetales está ya empezando a afectar la capacidad de los investigadores para desarrollar su trabajo. El secuenciado es sólo un primer paso en la investigación genómica y los

actuales métodos para averiguar la función de los cientos de miles de secuencias generadas requieren el análisis de muchos genes al mismo tiempo. El costo de dichos análisis podría resultar prohibitivo no sólo para los investigadores del sector público sino para muchas compañías, si se ven obligadas a pagar unas tasas de licencia elevadas.

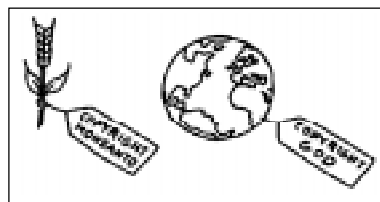
### ¿Un pastel en el aire?

Una irrupción audaz en el mundo de la genómica vegetal es asunto muy arriesgado para la industria agrícola. Los gigantes de la genética no están obteniendo el abundante fruto que esperaban recoger de las fuertes inversiones realizadas en cultivos transgénicos. A pesar de que se jactan confiadamente de que la oposición de los consumidores a los cultivos manipulados genéticamente es mucho ruido y pocas nueces, no parece que el ruido vaya a cesar en un futuro próximo. La investigación genómica requerirá asumir una inversión y riesgos sin precedentes, y puede asfixiar por completo a las compañías y la propia investigación en batallas legales sobre cuestiones de propiedad. No obstante, la agroindustria no parece amilanarse, a juzgar por las sustanciosas inversiones realizadas en este campo en los últimos años.

Dado que tanto la industria agroquímica como la farmacéutica están realizando unas inversiones tan fuertes en genómica, la evolución natural de estos sectores pa-

recerá apuntar a una creciente fusión entre los dos brazos de la industria de la vida. Pero hay también indicios de que el matrimonio de la industria agroquímica y la farmacéutica quizás no sea tan deseable. Las divisiones de farmacia de los gigantes de las ciencias de la vida continúan cosechando grandes beneficios, mientras que las divisiones de agroquímica y de semillas están naufragando, debido al estancamiento del mercado de agroquímicos y a una creciente oposición a las semillas modificadas genéticamente. Algunas de las llamadas compañías de "ciencias de la vida" están distanciándose prudentemente de sus divisiones agrícolas. Novartis y AstraZeneca, por ejemplo, anunciaban en diciembre de 1999 que tenían intención de combinar sus divisiones de agroindustria en una nueva empresa mixta denominada 'Syngenta'. Paralelamente Monsanto, a punto de quiebra por su insaciable ansia de engullir compañías de semillas, está teniendo dificultades para encontrar pareja en el sector farmacéutico.

Lo que está claro es que sólo una élite puede considerar la investigación en genómica. Los enormes costos que conlleva suponen que el Sur apenas puede plantearse siquiera hacerse un hueco en los márgenes de este campo de la investigación y las instituciones públicas de investigación de los países del Norte están encontrándose con que sólo pueden participar si están dispuestas a postrarse ante la industria. Siglos de trabajo de los agricultores en todo el mundo serán absorbidos e incorporados a las bases de datos en propiedad y a los bancos genéticos patentados, disponibles únicamente para un puñado de investigadores cuyo objetivo será llenar las arcas de las compañías y no alimentar el mundo.



Stan Eales, *The Ecologist*.

## Una versión refinada de la revolución verde

Incluso si la investigación genómica fuera asequible y accesible para los agricultores, no habríamos adelantado mucho, habida cuenta sus limitaciones. La investigación genómica es una prolongación del trabajo desarrollado en ingeniería genética. Si bien es cierto que presenta un cierto potencial para el desarrollo de rasgos que dependen de varios genes, en lugar de sólo uno o dos, en los cultivos su fundamento sigue siendo un enfoque reduccionista de la agricultura. Sigue sin reconocer que la expresión genética depende no sólo de la interacción entre genes, sino también de la interacción entre los genes y su entorno. La genómica conducirá simplemente a una versión refinada del modelo de agricultura de la Revolución Verde, que consideraba los cultivos como máquinas con una función única y una producción única, sin reconocer la importancia de los agroecosistemas que les rodean y sustentan. La mera inserción de genes que codifican rasgos deseables en los cultivos no nos lleva a ninguna parte en la solución de los problemas del hambre y de desnutrición, y nos aleja cada vez más de la agricultura sostenible.

La industria argumenta que la investigación genómica promete la creación de una mayor diversidad en la agricultura. Aunque en teoría esto sea posible, nunca se convertirá en realidad. Medio siglo de agricultura industrial ha supuesto una caída abrupta de la biodiversidad agrícola y nada indica que la genómica vaya a cambiar la situación. Lo más probable es que se limite a barajar una número cada vez menor de cartas. Por muchas combinaciones de genes que Monsanto y sus compañeros de viaje tengan al alcance de la mano para

un determinado rasgo, sus esfuerzos se concentrarán en un mínimo de combinaciones, para obtener un máximo de beneficios. La industria no comprende el significado ni la importancia de la biodiversidad: le interesan únicamente los recursos genéticos.

## La respuesta al espejismo

El espejismo de la genómica no es la respuesta adecuada al clamor mundial por una agricultura sostenible. Lo que necesitamos en un nuevo enfoque que, como afirma la Dra. Mae-Wan Ho, "re-afirme la sabiduría ecológica de los pueblos indígenas tradicionales de todo el mundo, que han practicado una agricultura sostenible, comprendiendo que la naturaleza biológica de cada organismo y cada especie está ligada de forma inextricable con su entorno, y que en último término depende de la totalidad del ecosistema, compuesto por todos los demás organismos".

El Sur haría bien en hacer caso omiso de las voces de los "Revolucionarios Verdes" que presentan la genómica de cultivos como la fórmula para superar las actuales limitaciones de la ingeniería genética, evitándose de animar a sus agricultores a ponerse en manos de unas super-plantas transgénicas desarrolladas a través de la genómica y controladas por las corporaciones. En vez de ello, los países en desarrollo saldrían mucho mejor parados apoyando y aprendiendo de los sistemas de innovación tradicionales desarrollados por las comunidades agrícolas y los pueblos indígenas como fundamento de la agricultura. La investigación genómica puede que genere una contribución importante y útil, que puede incorporarse a estos sistemas de conocimiento, pero

dependen de esta ciencia como base de la agricultura es un completo desatino. b

## Bibliografía

- Sitio web del Proyecto Genoma Humano, <http://www.ornl.gov/hgmis/project/budget.html>
- Sandy Thomas (1999), «Les brevets en sursrégime», *Biofutur*, No. 91, agosto de 1999, pp. 28-31
- Biotechnology and Development Monitor (diciembre de 1999), *Genomics: Sequences and Consequences*.
- Jeffrey Fox, «Complaints raised over restricted microarray access», *Nature/ Biotechnology* Vol 17, No. 4, pp. 325-326
- Sitio web de la Iniciativa Nacional sobre el Maíz, de Estados Unidos, <http://www.inverizon.com/ncgi/>
- Comunicación personal con Steve Briggs, NADI, y Doyle Karr, Pioneer.
- La Iniciativa nacional sobre genoma vegetal es descrita en <http://www.whitehouse.gov/WH/EOP/OSTP/NSTC/html/npreport.html>
- RAFTI (2000), «Phase Two of Human Genome Research,» *RAFTI Communique* enero/febrero de 2000.
- GRAIN (1998), «Japan: Genetech's Late Bloomer», *Seedling* Vol 15, No. 1, marzo de 1998, pp. 2-11
- KS Jayaraman (1999), «India sequences chickpea», *Nature/ Biotechnology* Vol. 17, No. 3, pp. 211, marzo de 1999.
- Mae-wan Ho (1997), "Genetic Engineering Dreams or Nightmares? *The Brave New World of Bad Science and Big Business*", Research foundation for Science, Technology and Ecology/Red del Tercer Mundo.