

ARGUMENTOS RECOMBINANTES

**Acerca de las aplicaciones
agroalimentarias de la manipulación genética**

**Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO.
y
Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo**

Madrid 1999

PRESENTACIÓN

Clonación de mamíferos, cultivos celulares, vacunas transgénicas, alimentos recombinantes, bacterias manipuladas genéticamente, patentes sobre seres vivos, discriminación por razones genéticas, armas para la guerra biológica... Apenas pasa un día sin que los logros de la genética molecular, y los problemas asociados con estos logros, nos asalten desde la prensa o la televisión. Cada vez más, están afectando nuestra vida cotidiana y modificando relaciones sociales y económicas básicas. A menudo, en los medios masivos estas cuestiones se tratan con demasiado sensacionalismo e insuficiente reflexión.

Desde finales de 1996, en CC.OO. hemos puesto en marcha un debate -a varios niveles de la estructura sindical- acerca de las nuevas biotecnologías. Uno de los resultados de este debate es la resolución que la Ejecutiva Confederal adoptó el 18 de noviembre de 1997, y que contiene una especie de " programa biotecnológico" para el sindicato (reproducido al final de este libro).

Otro es el libro *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, coordinado desde la Fundación 1º de Mayo, donde especialistas de reconocido prestigio abordan con variedad de ópticas y enfoques los problemas que plantean las nuevas biotecnologías. También podríamos mencionar nuestra participación en dos importantes iniciativas unitarias, al lado de otras muchas organizaciones sociales: la campaña de recogida de firmas **¿ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE? NO, GRACIAS** en 1998, y la edición castellana del número de la revista inglesa *The Ecologist* monográfico sobre biotecnologías (septiembre-octubre de 1998) que fue destruido por presiones de la multinacional Monsanto.

Los organismos transgénicos ya están pasando de los laboratorios a nuestros campos, industrias y

cocinas, sin haberse realizado previamente una adecuada evaluación de los riesgos sanitarios, ambientales y sociales. Por eso, en todo el mundo, una multitud de organizaciones agrarias, de consumidores, ecologistas, vecinales y sindicales demanda desde hace años una moratoria en la liberación de organismos transgénicos al medio ambiente y en la comercialización de productos transgénicos. El debate social sobre los productos transgénicos no ha hecho más que empezar. Sus implicaciones éticas, ecológicas, económicas y sociales son inmensas y todos y todas estamos implicados -incluyendo a los sindicatos. La dirección de CC.OO. adoptó en noviembre de 1997, como antes indicamos, una primera posición que se ha revelado muy útil para intervenir en un debate social complejo.

Desde el Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO. y la Fundación 1º de Mayo, pensamos que hacía falta un material pedagógico de apoyo para esta resolución de la Ejecutiva Confederal del 18 de noviembre de 1997. Los *Argumentos recombinantes* que aquí presentamos querían servir para aclarar conceptos, contextualizar problemas, ubicar debates y animar a pensar con la propia cabeza. El lector o lectora que no sepa nada sobre biotecnologías haría bien en comenzar la lectura del volumen por el anejo 1: **ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR.**

Para más información, recomendamos la lectura de *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, y añadimos al final del texto una breve bibliografía en castellano.

Joaquín Nieto, secretario confederal de Medio Ambiente y Salud Laboral de CC.OO.
Jorge Riechmann, coordinador del Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo.
Alicia Durán, coordinadora del Área de Ciencia y Tecnología de la Fundación 1º de Mayo.

**CONTENIDO DEL LIBRO *GENES EN EL LABORATORIO Y EN LA FÁBRICA*
(Trotta, Madrid 1998)**

- 0.- "Tecnologías genéticas: ética de la I+D", por Alicia Durán y Jorge Riechmann.
- 1.- "A propósito de la biotecnología", por Barry Commoner.
- 2.- "Economía política de la biotecnología", por Ángel Pestaña.
- 3.- "El debate acerca de las patentes", por Isabel Bermejo.
- 4.- "Aplicaciones médicas de la biotecnología", por Antonio Coloma.
- 5.- "El conflicto entre bienes jurídicos en el campo de la ética clínica", por María Casado.
- 6.- "El sexo de las biotecnologías", por Verena Stolcke.
- 7.- "Nueva biotecnología y sector agrario", por Emilio Muñoz.
- 8.- "Investigación agropecuaria y agricultura sustentable", por Helen Groome.
- 9.- "La ingeniería genética y la seguridad que ofrecen los alimentos", por Consumers International.
- 10.- "En paz con la naturaleza: ética y ecología", por Francisco Fernández Buey.
- 11.- "La industria de las manos y la nueva naturaleza", por Jorge Riechmann.
- 12.- "Ingeniería genética y ética ecológica", por Andrew Dobson.
- 13.- "Biotecnologías y sociedad", por el Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO. y el Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo.
- 14.- Resolución de la Ejecutiva Confederal de CC.OO. sobre biotecnologías.
- 15.- Proposición de Ley de Objeción de Conciencia en Materia Científica.

SUMARIO

1. ¿Sobre qué estamos debatiendo?
 2. Los cultivos transgénicos ya están en nuestros campos y en nuestros platos
 3. Lo de siempre y lo nuevo
 4. La falacia del “no es más que otra forma de...”
 5. Razones para la inquietud: cuatro grandes categorías de riesgos
 6. Riesgos sanitarios: los genes de resistencia a los antibióticos
 7. Los riesgos ecológicos
 8. ¿Se controlan los riesgos en EE.UU.?
 9. Otro caso estadounidense ejemplar: la hormona recombinante del crecimiento bovino
 10. Una actividad intrínsecamente peligrosa
 11. Sobre biotecnologías agrícolas y alimentos transgénicos
 12. Riesgos de los cultivos y alimentos transgénicos
 13. El caso del L - triptófano en EE.UU.
 14. ¿Menos biocidas gracias a la ingeniería genética?
 15. ¿Ingeniería genética para acabar con el hambre en el mundo?
 16. Industrialización de la agricultura, proletarización del campesinado
 17. Impactos desiguales en el Norte y en el Sur
 18. Ciencia y tecnología en el entramado social
 19. La cuestión de la democracia
 20. ¿Quién decide?
 21. La imposición de hechos consumados
 22. Herramientas de participación democrática en las decisiones sobre CyT
 23. Relevancia de la argumentación de tipo socioeconómico, sociopolítico y ético en el debate sobre las nuevas biotecnologías
 24. ¿Politización de la ciencia y la tecnología?
 25. ¿Las biotecnologías como “yacimientos de empleo”?
 26. Más vale prevenir que curar: el principio de precaución
 27. Los tiempos y los ritmos
 28. La biosfera y nuestros cuerpos como laboratorios de alto riesgo
 29. La madurez del tomate y la madurez social
 30. Las tres preguntas decisivas
 31. La liberación de OMGs al medio ambiente
 32. No al “no a todo”
 33. Ni tecnofanatismo, ni tecnocatastrofismo
 34. Anejo 1: algunos conceptos básicos de biología molecular
 35. Anejo 2: la declaración de *Physicians and Scientists Against Genetically Engineered Food* (Médicos y científicos contra los alimentos manipulados genéticamente)
 36. Anejo 3: la campaña ¿ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE? NO, GRACIAS
 37. Anejo 4: la regulación europea y española sobre OMGs
 38. Anejo 5: la directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre patentes biotecnológicas de junio de 1998
 39. Anejo 6: criterios para el Protocolo de Bioseguridad (en el ámbito del Convenio sobre Diversidad Biológica de las NN.UU.)
 40. Bibliografía
 41. Notas
- RESOLUCIÓN DE LA EJECUTIVA CONFEDERAL DE CC.OO. SOBRE BIOTECNOLOGÍAS, del 18 de noviembre de 1997.
- ES NECESARIO MANTENER LA PROHIBICIÓN DE CLONAR SERES HUMANOS. Resolución conjunta de la Fundación 1º de Mayo, el Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO y la Secretaría de la Mujer de la C.S. de CC.OO., de marzo de 1997.

" Estamos rodeados de amenazas extremas. Lo nuclear, sin duda. Pero de manera más insidiosa lo biológico, la manipulación de los genes, que fue una de las 'soluciones finales' de la locura hitleriana. (...) No veo, ya no veo lo que podría evitar que los seres humanos fuesen demasiado lejos."

René Char a Jean Pénard, 1978.

" Una definición simplista de la biotecnología podría ser 'la mercantilización de la biología celular'. (...) Marcar goles ideológicos es algo que se da incluso en los debates científicos, y cuando hay desacuerdo en la interpretación de datos no está de más preguntarse quién paga la investigación."

Eric S. Grace, 1997

" Los genes se están convirtiendo en una mercancía a escala global, y las patentes { sobre material genético } significan que la mercancía acabará en manos de unos pocos escogidos."

Wendy Watson (de *Hereditary Breast Cancer Helpline*), 1997

" Cuando se miran las cosas de cerca resulta que las decisiones técnicas son simultáneamente decisiones *políticas*, no necesariamente acordes con las aspiraciones de una sociedad democrática y libre. La evolución actual de la biotecnología refleja un proceso de toma de decisiones donde los intereses comerciales prevalecen sobre las preocupaciones sociales y ecológicas. Esta contradicción fundamental está en el meollo de la política de las nuevas biotecnologías agrícolas."

Gerad Middendorf y otros, 1998.

¿Sobre qué estamos debatiendo?

El desarrollo de la genética en el último siglo y medio, y de la genética molecular en el último medio siglo, son avances decisivos en el conocimiento, logros intelectuales que han contribuido inequívocamente a la grandeza y mejora de la condición humana. Esto lo afirmamos sin reservas: las cautelas críticas que avanzaremos en este escrito no proceden de resabios anticientíficos o concesiones irracionalistas de ningún tipo, y nos interesa que ello quede claro desde el comienzo. Por decirlo de otra forma: en este debate nuestros oponentes están en los consejos de administración de un pequeño número de empresas transnacionales, y no -en principio- en los laboratorios de investigación. No discutimos las técnicas de manipulación genética, sino el contexto -legal, político, económico- en que se están empleando, y los intereses a los que sirven. *El problema no es " la biotecnología" en sí misma, sino " la biotecnología de las multinacionales" : y una parte de ese problema es que la biotecnología de las multinacionales*

tiende a convertirse en *toda* la biotecnología. La reciente aprobación en el Parlamento Europeo -el 12 de mayo de 1998- de una directiva sobre patentes biotecnológicas que es básicamente *una norma para la privatización de la vida* (véase el anejo 5 de este trabajo) no constituye sino la penúltima y muy significativa ilustración de esta tendencia de fondo.

Lo que está pasando en años recientes con la ingeniería genética nos parece sumamente grave: tecnologías con un tremendo potencial de impacto social, ecológico y cultural, susceptibles de alterar más o menos radicalmente casi cada aspecto de nuestras sociedades, nuestros ecosistemas, nuestros cuerpos y nuestras vidas, se están introduciendo rapidísimamente en los ámbitos más diversos bajo la presión de un puñado de empresas transnacionales, sin un análisis suficiente de los riesgos, sin el debate social imprescindible, desactivando o ignorando los controles democráticos, y en muchos casos contrariando la voluntad expresa de los ciudadanos y ciudadanas (en sondeos de opinión o foros consultivos de diversa naturaleza). Convierten la biosfera entera -y nuestros cuerpos dentro de ella- en un gigantesco laboratorio, y en tal proceso nos imponen riesgos que nos parecen inaceptables.

Más allá del debate técnico sobre las características de los organismos modificados genéticamente (OMGs), hay un debate ético y sociopolítico que en general está siendo hurtado a la sociedad.

Los cultivos transgénicos ya están en nuestros campos y en nuestros platos

Entretanto, con escasísima o nula participación pública se toman decisiones, se dan pasos irreversibles, y en general los acontecimientos avanzan a una velocidad que corta la respiración.

En 1998 se plantaron en todo el mundo aproximadamente 33 millones de hectáreas de cultivos transgénicos, la mayor parte de ellas -88%- en EE.UU. y Canadá (aproximadamente un 6% en Asia, otro 6% en América Latina, y cantidades marginales en Europa). Sólo en EEUU se plantaron en 1998 14 millones de hectáreas de soja transgénica y 8 millones de maíz. La progresión ha sido espectacular: menos de 200.000 hectáreas en todo el mundo en 1995, 2'8 millones en 1996, 14 millones en 1997 y 33 millones en 1998. En todo el mundo se están comercializando en 1998 casi cincuenta variedades de plantas transgénicas.

PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS (millones de hectáreas)

PAÍS	1997	1998
EE.UU.	8'1	20'5
Argentina	1'4	4'3
Canadá	1'3	2'8
Australia	0'1	0'1
Méjico	<0'1	0'1
España	-	<0'1
Francia	-	<0'1
Sudáfrica	-	<0'1
TOTAL	11	27'8

Fuente: Anne Simon Moffat, " Toting up the early harvest of transgenic plants" , *Science* vol. 282, 18.12.98, p. 2178.

Desde el otoño de 1996 España está importando soja y maíz transgénico de EEUU, principalmente para alimentación animal. Por esta vía -la carne, leche, y huevos que consumimos - los cultivos transgénicos han entrado ya en la cadena alimentaria humana; otra parte de los mismos forma parte de alimentos procesados que encontramos en nuestros colmados y supermercados. Una vez introducida en los circuitos de la industria alimentaria sin etiquetado distintivo, resulta completamente imposible seguirles la pista: por ejemplo, se estima que entre 10.000 y 30.000 productos de los que aparecen en los estantes de los supermercados europeos contienen soja (entre otros: margarinas, cervezas, chocolates, alimentos infantiles, estabilizantes, emulsionantes, productos dietéticos...).

En 1998 se recogió en España la primera cosecha de un cultivo transgénico comercial, el único que de momento -a comienzos de 1999- se puede plantar en la Unión Europea: el maíz Compa Cb de la multinacional Novartis, del que se habían plantado aproximadamente 20.000 hectáreas (diez veces más que en el otro país europeo que sembró este maíz, Francia). Nos hemos convertido en los principales cultivadores e importadores de cultivos transgénicos de toda la Unión Europea, cultivos que han entrado en la cadena alimentaria sin etiquetado distintivo, privando hasta hoy a los consumidores de toda posibilidad de elección ¹.

EEUU está en todos los sentidos a la cabeza de la ingeniería genética mundial: también en el consumo y exportación de productos agroalimentarios transgénicos. Así, en 1997, el 60% de los quesos duros comercializados en EE.UU. se producían con una enzima recombinante denominada Chymogen. En 1999 la tercera parte de la cosecha estadounidense de soja, y la cuarta parte de la de maíz, será transgénica; la leche procede en buena parte de vacas tratadas con somatotropina bovina recombinante, y mucha carne proviene de animales engordados con hormonas de crecimiento biotecnológicas.

Lo de siempre y lo nuevo

En sentido amplio, todas las actividades agropecuarias presuponen *biotecnologías*: tecnologías cuyo soporte son seres vivos. En este sentido amplio, los seres humanos somos "biotecnólogos" al menos desde que nos hicimos agricultores y pastores en la Revolución Neolítica, hace unos diez mil años. Entre estas *biotecnologías tradicionales* se cuentan las siguientes:

- Domesticación de plantas y animales. Técnicas tradicionales de mejora genética, mediante el cruce entre especies próximas y sus variedades, y la selección.
- Fermentaciones mediante bacterias y levaduras: pan, cerveza, vino, yogur, queso...
- Biocombustibles (alcohol, gas metano...)
- Depuración de aguas residuales mediante microorganismos.

Pero cuando hoy en día se habla de biotecnología, en general no se alude a la fermentación del yogur. Más allá de aquellas biotecnologías tradicionales, en los últimos decenios se han desarrollado nuevas y potentísimas biotecnologías. En la segunda mitad del siglo XX, los avances en biología molecular han posibilitado un salto enorme en las técnicas disponibles. Tras los descubrimientos de biólogos como Avery, McLeod, McCarty y Severo Ochoa entre otros, en 1953 Watson y Crick proponen la estructura en doble hélice del ADN, ampliando así decisivamente la comprensión de las estructuras moleculares de la herencia en los seres vivos. En 1973 se desarrollan los primeros experimentos de ingeniería genética con éxito. Así, en la segunda mitad del siglo XX van surgiendo *nuevas biotecnologías* basadas en técnicas novedosas, entre otras la "revolución del ADN recombinante" a partir de los años setenta. Se trata de técnicas como las siguientes:

- Mutagénesis artificial, alterando genomas por irradiación o por medios químicos.
- Clonación molecular de microorganismos, plantas y animales.
- Fusión celular, con la que se fabrican células capaces de producir anticuerpos que reconocen a moléculas concretas (tecnología de los hibridomas y anticuerpos monoclonales).
- Cultivos de células y tejidos *in vitro*.
- "Bioingeniería", y nuevos métodos de procesamiento biológico: fermentaciones industriales...
- Técnicas de ADN recombinante o "ingeniería genética", que permiten "recortar y pegar" material genético de unos organismos vivos en otros, surgiendo así genomas (y organismos) artificiales que la naturaleza nunca habría llegado a producir.

A veces se dice que no hay que inquietarse demasiado por las nuevas tecnologías del ADN recombinante, ya que los seres humanos somos biotecnólogos desde hace miles de años (al menos desde que somos agricultores y ganaderos), y desde entonces hemos manipulado los seres vivos para fomentar en ellos las características que nos resultaban útiles. Se afirma que existe una continuidad básica entre las biotecnologías tradicionales y las nuevas tecnologías del ADN recombinante.

Por el contrario, hay que recalcar que se da un fuerte salto, una discontinuidad importante. *Nunca se insistirá lo suficiente en el salto cualitativo que supone pasar de las biotecnologías tradicionales a la manipulación genética*: estamos haciendo cosas nuevas con técnicas que antes nunca estuvieron a nuestro alcance. Aunque los seres humanos hemos modificado activamente la naturaleza durante milenios, *nunca antes estuvieron a nuestra disposición herramientas para "rediseñar" la naturaleza con la velocidad y la profundidad que permiten las biotecnologías modernas*. Por eso, afirmar -como se repite machaconamente en la propaganda de las transnacionales del sector o de los propagandistas de sus intereses- que no hay que preocuparse porque no existen diferencias entre cruzar dos variedades de trigo e insertar en un tomate genes de un pez, ya que " todos somos transgénicos" y " hemos comido genes desde siempre" , es confundir intencionadamente a la gente.

La tecnología del ADN recombinante difiere radicalmente de las biotecnologías tradicionales por tres razones fundamentales ⁱⁱ:

- Los " biotecnólogos" de las culturas campesinas tradicionales podían cruzar entre sí sólo variedades o especies emparentadas estrechamente: no podían aislar material genético de un organismo cualquiera e insertarlo en otro. *Hoy, básicamente, se han derribado las barreras para el intercambio artificial de material genético entre dos organismos cualesquiera*. La manipulación genética salta por encima de las barreras biológicas que separan a las distintas especies, pone fuera de juego los mecanismos naturales de la evolución e interviene en las interacciones genéticas hasta ahora inaccesibles al ser humano: todo esto son novedades históricas de primerísimo rango. Aunque en la naturaleza existen casos de *transferencia horizontal de genes* (directamente de un individuo a otro que no desciende del primero) , el más importante de los cuales es el fácil intercambio de material genético entre bacterias ⁱⁱⁱ -intercambio que precisamente han aprovechado los ingenieros genéticos para desarrollar algunas de sus técnicas -, lo que prevalece absolutamente es la *transferencia vertical* de la información hereditaria (de una generación a la siguiente). La nueva biotecnología invierte esta situación.
- La tecnología del ADN recombinante, al permitir la introducción de genes extraños en un organismo, tiene efectos impredecibles sobre su fisiología y bioquímica: pero a menudo estos efectos son nocivos (entre ellos se cuenta el desencadenamiento de procesos cancerosos) ^{iv}.
- Las transferencias de genes se hacen a través de *vectores* que tienen cuatro características de riesgo:
 1. Estos vectores derivan de " parásitos genéticos" como los virus, plásmidos y otros elementos genéticos móviles, ADN parasitario que tiene la capacidad de invadir las células e insertarse por sí mismo en el genoma de éstas. En la manipulación genética de plantas, el vector más usado deriva de un plásmido -inductor de tumores en vegetales - contenido en la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* (o bacteria de agalla de la corona). Para los animales, los vectores más comunes se construyen a partir de retrovirus.
 2. Estos vectores están diseñados para romper las barreras entre las especies, de manera que puedan transportar genes entre una amplia variedad de especies. La amplitud de la gama de organismos huéspedes implica que pueden infectar a muchos tipos de seres vivos, y en este

camino recoger por ejemplo genes de virus de todas las especies para crear nuevos agentes patógenos.

3. Tales vectores suelen contener genes " marcadores" de resistencia a los antibióticos, que pueden transferirse a otros organismos (entre otros, bacterias patógenas). Esto probablemente acelerará la aparición de resistencias a los antibióticos, problema de salud pública que ya hoy resulta extraordinariamente preocupante. Más abajo volveremos sobre esta cuestión.
4. En grado creciente, los vectores están diseñados para desactivar los mecanismos de defensa con que las células invadidas degradan el ADN extraño.

APLICACIONES ACTUALES DE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA: PANORAMA GENERAL

MEDICINA

- Síntesis de compuestos: hormonas, antibióticos, interferón, ciclosporina, fármacos diversos...
- Xenotransplantes: " cultivo" de órganos animales que no provoquen rechazo en el ser humano
- Vectores para terapia génica
- Vacunas: suministro de sólo los componentes necesarios para estimular el desarrollo de la inmunidad
- Producción de anticuerpos monoclonales
- Farmacología de diseño

AGRO-ALIMENTACIÓN

- Producción de nuevas variedades o estirpes que:
- sobrevivan a sequías, heladas y otras condiciones ambientales adversas
- resistan a plagas y enfermedades
- toleren herbicidas y plaguicidas
- incorporen valor añadido
- tengan menores costes de almacén, transporte, etc.
- aumente su rendimiento
- sean productos auxiliares sustitutos de los tradicionales

MEDIO AMBIENTE

- Biotratamiento (descontaminación biológica): limpieza ambiental, bacterias comedoras de petróleo, eliminación de residuos orgánicos y químicos
- Bioindicadores: acoplado a los organismos capaces de metabolizar el compuesto de interés un marcador de fácil identificación
- Biolixiviado: *thiobacillus ferrooxidans*
- Bioabsorción: eliminación del cianuro asociado al oro
- Combustibles alternativos al petróleo

Fuente: Fernando González Candelas (Departamento de Genética de la Universidad de Valencia), a partir de fuentes diversas.

La falacia del “no es más que otra forma de...”

Para hacer socialmente aceptable lo moralmente problemático, o incluso lo éticamente inaceptable, el método más socorrido es intentar asimilarlo a alguna práctica o situación ya familiar, borrando las diferencias relevantes. Así, oímos que la clonación humana no es nada más que otra forma de reproducción “asistida” o artificial; que la terapia génica no es más que otra forma de trasplante de órganos; que las plantas transgénicas no son más que variedades vegetales manipuladas de la forma que siempre hemos practicado; que los alimentos recombinantes no son diferentes de los otros, porque siempre hemos comido y comeremos genes... Creemos que en el “no es más que otra forma de...” aparece la forma de una falacia general. La deriva -material y moral- de las sociedades industrializadas se ve acompañada y retroalimentada por un preocupante fenómeno de *pérdida de límites*, así hablemos de ecología como de biotecnología, así de reproducción humana como de economía. A la inversa, la reapropiación de la tecnociencia dentro de un orden social humano (vale decir: a la medida del ser humano) sólo puede producirse *si aprendemos colectivamente a delimitar, a trazar y conservar los límites que son de importancia esencial*.

Razones para la inquietud: cuatro grandes categorías de riesgo

Ya al señalar las diferencias entre las biotecnologías tradicionales y las nuevas aparecían, como vimos, aspectos bastante inquietantes. En CC.OO. creemos, de hecho, que hay razones para estar inquietos. Existen *cuatro grandes clases de riesgos* que habría que esforzarse por analizar:

1. Riesgos sanitarios (por ejemplo, potencial alergénico de los nuevos alimentos recombinantes, o difusión de nuevas infecciones a través de xenotrasplantes).
2. Riesgos ecológicos (por ejemplo, reducción de la biodiversidad silvestre, o contaminación de suelos o acuíferos por bacterias manipuladas genéticamente para que expresen sustancias químicas).
3. Riesgos sociopolíticos (por ejemplo, reducción de la biodiversidad agropecuaria, o incremento de las desigualdades Norte-Sur a consecuencia de una “tercera revolución verde” basada en la ingeniería genética).
4. Riesgos para la naturaleza humana (por ejemplo, difusión de ideologías y prácticas eugenésicas, o creación de nuevas “razas” de seres humanos para realizar cometidos específicos).

Nuestra impresión es que *hoy en día, sólo los del primer tipo -riesgos de tipo sanitario- se están teniendo en cuenta, mal que bien, en las decisiones sobre biotecnologías que se van adoptando; mientras que las otras tres grandes categorías de riesgo apenas se consideran, o no se tienen en cuenta en absoluto*. Para nosotros esto es inaceptable. No tenemos nada contra las técnicas de manipulación genética en sí mismas; pero

denunciamos unas relaciones de poder y propiedad, y una organización de la I+D (investigación y desarrollo), que nos tornan estructuralmente incapaces de obrar con la prudencia que sería de rigor. Vamos a intentar verlo con cierto detalle.

Riesgos sanitarios: los genes de resistencia a los antibióticos

Muchas veces las plantas transgénicas están dotadas de genes de resistencia a un antibiótico, genes que no tienen valor agronómico alguno -no son sino residuos de un proceso tecnológico relativamente primitivo - y por el contrario pueden plantear notables problemas de salud humana y animal. Se insertan tales genes a las células vegetales, asociados con el transgén de valor agronómico, para poder seleccionar aquellas células que han sido efectivamente transformadas sometiéndolas a un baño del antibiótico en cuestión: las células transformadas sobreviven y las restantes mueren (y a partir de las primeras se regeneran plantas transgénicas enteras).

Dos de los antibióticos más utilizados en estas manipulaciones son la ampicilina y la canamicina. Pues bien, bastan mutaciones mínimas en el gen de resistencia a la ampicilina (y tales mutaciones son frecuentes en las bacterias) para conferir resistencia a antibióticos muy utilizados en infecciones graves, como son las cefalosporinas; y bastan igualmente mutaciones mínimas en el gen de resistencia a la canamicina para que se desarrolle resistencia a la amicacina, otro antibiótico utilizado en infecciones graves (meningitis, por ejemplo, o infecciones del tracto respiratorio)^v. Como el ADN se conserva durante bastantes meses en el suelo, cada planta transgénica portadora de genes de resistencia a un antibiótico depositará decenas de millares de células con estos transgenes en los suelos, donde podrán transferirse a bacterias tanto más fácilmente cuanto que el propio origen de estos genes de resistencia a los antibióticos es microbiano. Si cada año se plantan en los campos las mismas plantas transgénicas, las bacterias resistentes a estos antibióticos -que ya existen - aumentarán su número gradualmente, hasta que al final alcancen a seres humanos o animales domésticos cuando estos ingieran los alimentos transgénicos.

Otra posibilidad sería la transferencia directa de estos genes a microorganismos en el tracto digestivo de los consumidores de plantas transgénicas, riesgo habitualmente desestimado con la indicación de que el ADN se descompone rápidamente en el intestino. Sin embargo, recientemente científicos holandeses -trabajando con un intestino artificial controlado por ordenador- mostraron que el ADN modificado tenía una vida media de seis minutos en tales condiciones, lo que posibilita la transferencia de genes^{vi}.

Entre los antibióticos puestos en peligro por los cultivos transgénicos se encuentran la amicacina, la ampicilina, la canamicina, la neomicina, la

estreptomomicina o la espectinomomicina; con mutaciones mínimas en los genes correspondientes peligrarían la penicilina G y V, la amoxicilina, la fenitilina, la tobramicina, la gentamicina... Estos antibióticos se usan para tratar todo tipo de infecciones en el mundo entero. A mediados de octubre de 1998, el Comité Científico para Plantas de la Comisión Europea rechazó por primera vez un cultivo transgénico. Se trataba de una patata manipulada genéticamente para incrementar su contenido en almidón, de la empresa holandesa Avebe: fue rechazada precisamente por contener también genes de resistencia al antibiótico amicacina. Hay que celebrar que en esta ocasión –al contrario que en decisiones anteriores del mismo organismo– se haya impuesto el principio de precaución: ojalá la Comisión Europea se decida a seguir aplicando estos criterios más estrictos. Pero mientras que algunos países han decidido prohibir totalmente (Noruega) o parcialmente (Austria, Francia, Grecia, Luxemburgo) las plantas con genes de resistencia a los antibióticos, el gobierno español ha permitido la comercialización y el cultivo del maíz de la multinacional Novartis (con un gen de resistencia a la ampicilina) y promueve la aprobación de colza, tomate y algodón con genes de resistencia a los antibióticos.

En 1998, la International Society of Chemotherapy (Sociedad Internacional de Quimioterapia) preguntó a sus miembros, especialistas médicos de alto nivel, sobre los riesgos que entrañaba el gen de resistencia a la ampicilina del maíz de Novartis: *la mayoría lo consideran un riesgo inaceptable*. En concreto, de los 198 expertos de 25 países diferentes que respondieron a la encuesta, el 57% consideran que se trata de un riesgo inaceptable; el 34% pedían una evaluación de riesgos más exhaustiva antes de autorizar el cultivo del maíz, y sólo el 2% lo consideraba seguro^{vii}.

Los riesgos ecológicos

Los ingenieros genéticos se esfuerzan por extremar las propiedades extremas de ciertos organismos: manipulación genética para obtener más toxicidad, más resistencia frente a los tóxicos, mayor capacidad de sintetizar productos químicos, mayor capacidad de infección, mayor resistencia frente a la infección, mayor desarrollo corporal, más encanijamiento corporal... Es obvio que en general *extremar los extremos implica crear riesgos de desestabilización (o ruptura) de los complejos equilibrios naturales y sociales existentes*, a menos que se pueda lograr un control casi absoluto de los organismos extremos. Y éste es el problema: *la vida es esencialmente incontrolable*.

Las capacidades de reproducción, mutación, evolución y colonización de nuevos hábitats que poseen los organismos (especialmente la vida microscópica) los convierte en algo cuyo control resulta muy difícil (especialmente fuera del laboratorio). Hay una diferencia fundamental entre la contaminación química y la "contaminación biológica": la segunda está viva, puede multiplicarse y propagarse.

La transferencia horizontal de genes entre diversas especies a través de los vectores empleados en ingeniería genética -virus o plásmidos manipulados genéticamente- puede crear graves problemas de "contaminación genética", y en el peor de los casos "superpatógenos". Estos elementos genéticos parasitarios, diseñados para infectar una gran variedad de células huésped, pueden saltar de unas células a otras, introducirse en el genoma y salir de él, multiplicarse en las células y persistir en estado latente en el medio ambiente -como contaminación genética- de forma casi indefinida^{viii}. Los vectores, a diferencia de la contaminación química, se autoperpetúan, se multiplican, mutan y se recombinan: una vez sueltos, es imposible controlarlos o recuperarlos. Así pueden crearse nuevos y potentes patógenos: virulentas bacterias (quizá resistentes a muchos antibióticos) o cepas de virus^{ix}.

Por otra parte, pueden producirse efectos "en cadena" en los agrosistemas y ecosistemas. Por ejemplo, uno de los efectos previsibles de la utilización masiva de plantas transgénicas resistentes a los herbicidas y equipadas con toxinas insecticidas sería la drástica disminución de insectos y "malas hierbas" en los campos de cultivo, que sirven a su vez de alimento a aves y otros animales: estos se verían afectados en tal caso. En un estudio sobre los efectos del cultivo de la soja transgénica de Monsanto en EE.UU. se señala que "más del 95% de las hierbas que alimentan a las aves propias de los campos de labranza podrían ser erradicadas por esta nueva tecnología, que permite el abuso de los herbicidas". *En ningún caso se ha realizado investigación sobre este tipo de riesgos ecológicos antes de autorizar los cultivos transgénicos*^x.

Estos riesgos ya se han materializado en casos concretos. Están bien documentados casos en los cuales plantas modificadas genéticamente para resistir a ciertos herbicidas han traspasado estos nuevos genes a plantas silvestres, desarrollando éstas resistencia a los mismos herbicidas pensados para aniquilarlas. Por ejemplo, un grupo de investigadores daneses del Laboratorio Nacional Riso en Roskilde (Dinamarca) verificó este inquietante fenómeno con dos plantas de la familia de la mostaza: una variedad comercial de colza transgénica, *Brassica napus*, que se cultiva para obtener aceite de colza, transmitió su alteración genética a su pariente silvestre *Brassica campestris*^{xi}. En otras experiencias, en ensayos de campo con patatas (*Solanum tuberosum*) manipuladas para conferirles resistencia a antibióticos, se produjo sin ninguna dificultad la transferencia de genes a gran distancia^{xii}. Un estudio francés del INRA (Instituto Nacional para la Investigación Agrícola) probó la hibridación de colza transgénica resistente a herbicida con rábanos silvestres: incluso en la cuarta generación, el 20% de los híbridos conservaba el gen de resistencia al herbicida^{xiii}. Un estudio realizado por encargo de Greenpeace en la localidad alemana de Riegel mostró la contaminación genética de maíz normal por maíz transgénico BT-176 de la transnacional Novartis, habiendo cruzado con facilidad el polen transgénico la distancia de seguridad de seis metros^{xiv}. Son sólo unos pocos ejemplos entre muchos... Por otra parte, una utilización extensa de plantas transgénicas resistentes a ciertos virus en la agricultura podría generar nuevos tipos de virus superinfectivos o facilitar la infección de nuevos huéspedes por un virus^{xv}.

Los "tecnoentusiastas" partidarios de un rápido desarrollo comercial de las nuevas biotecnologías insisten en que los controles son estrictos y los riesgos ecológicos se tienen en cuenta, pero en la mayoría de los casos se engañan y/o nos engañan. Es muy difícil hacer pronósticos a largo plazo sobre el comportamiento de los OMGs en ecosistemas complejos: el número de interacciones posibles entre los parámetros determinantes es muy elevado. Pero *las pasadas invasiones de ecosistemas por parte de plantas o animales exóticos (bioinvasiones) sí que nos permiten barruntar los daños posibles.*

Los seres humanos hemos transferido -aposta o por accidente - numerosas especies de una parte a otra del planeta: ratas, gatos, cerdos, hormigas, por no hablar de los microbios patógenos responsables de la muerte de la mayoría de los nativos americanos... Un solo ejemplo: durante la segunda guerra mundial, una serpiente arborícola autóctona de Australia fue transportada por accidente en barcos y aviones de guerra a la isla de Guam, hasta entonces desprovista de serpientes. Hoy, este depredador ya ha exterminado a la mayoría de las aves autóctonas de Guam, que no habían podido desarrollar defensas conductuales frente a las serpientes.^{xvi}

Con las nuevas técnicas del ADN recombinante, inadvertidamente podemos crear "bombas de relojería" ecológicas: algunos rasgos de organismos pueden tardar decenios en manifestarse, o simplemente el organismo puede necesitar decenios para alcanzar las proporciones de plaga invasora. Un organismo declarado "seguro" en una evaluación a corto plazo puede resultar peligroso en el futuro. Como la selección natural tenderá a mejorar el acervo genético con el curso del tiempo, la potencia ecológica de organismos transgénicos puede aumentar con el tiempo, en un proceso -como la propia evolución biológica - esencialmente imprevisible.

Se estima que, en promedio, en el 1% de los casos de invasiones ecosistémicas la especie exótica se adapta, y en el 0'1% produce modificaciones indeseables en el ecosistema receptor^{xvii}. Por lo regular pasan decenios antes de que los efectos sean observables (en el reino vegetal, las especies exóticas que en el pasado se han convertido en plagas han necesitado un promedio de cincuenta años para alcanzar una proporción invasora; e hizo falta casi tanto tiempo para que las catastróficas consecuencias ambientales y sanitarias de los biocidas fueran reconocidas en toda su magnitud)... y entonces es ya demasiado tarde para corregir la situación. Informes de la *Office of Technology Assessment (OTA)* de EE.UU. señalan que, en el pasado, las "bioinvasiones" de especies foráneas produjeron miles de millones de dólares en pérdidas sólo en EE.UU., y que un buen número de estos dañinos "invasores" se introdujeron intencionadamente como especies agrícolas^{xviii}. En los años noventa, en el mundo se están liberando centenares de OMGs al medio ambiente cada año.

Hay que insistir en que *los experimentos en laboratorio no garantizan cual será el comportamiento del organismo modificado genéticamente (OMG) en*

el medio ambiente, convertido en laboratorio en cada nueva liberación. Por ejemplo, en 1990 tuvo lugar la primera liberación intencional en Alemania. Se trataba de unas petunias en cuyo genoma se había introducido un gen del maíz y un antibiótico de origen bacteriano. El gen del maíz debía colorear de rojo a las petunias blancas, y lo hizo en las pruebas de laboratorio. Por el contrario, al aire libre más de la mitad de las flores fueron blancas, otras rosas, algunas rojas... y lo más importante: se produjeron otras modificaciones totalmente inesperadas. Las petunias transgénicas, por ejemplo, tenían más hojas y eran menos fecundas que las no modificadas. Se hizo evidente que el transgén intervenía en varios mecanismos reguladores de la petunia, lo que no era previsible antes de la manipulación genética ni después de los ensayos en laboratorio. Las complejas interacciones entre los genomas de los OMGs y el ecosistema receptor suelen dar muchas sorpresas.

¿Se controlan los riesgos en EE.UU.?

Se intenta cerrar la boca a los críticos aduciendo que, habiéndose realizado ya miles de pruebas de campo con organismos transgénicos -en un proceso aceleradísimo desde finales de los años ochenta-, no se han detectado hasta ahora efectos nocivos inesperados. Por desgracia, esto no puede confortarnos: hay efectos que pueden no aparecer a corto plazo pero sí a plazo medio y largo, y sobre todo *si no se detectan efectos nocivos es porque tampoco se buscan, no se hacen las preguntas adecuadas.* "No miro para no ver", dicen los anglosajones (*don't look, don't find*).

Consideremos el caso estadounidense: nos interesa, en primer lugar, porque EE.UU. es la principal "potencia biotecnológica" del mundo, y en segundo lugar porque cuando en Europa se ponen reparos a algún producto biotecnológico, a menudo recibe uno como respuesta: "pero si ya está aprobado en EE.UU., donde ha tenido que pasar por toda clase de rigurosos controles..." ¿Realmente hay un control riguroso de los riesgos ecológicos?

Una conocida organización estadounidense que agrupa a más de 30.000 científicos, la *Union of Concerned Scientists (UCS)*, solicitó en 1994 los resultados de las pruebas de campo con cultivos transgénicos que había acopiado el ministerio de agricultura estadounidense (*US Department of Agriculture, USDA*). De los 269 informes que en mayo de 1994 obraban en poder del USDA, 139 eran accesibles al público; la UCS seleccionó los 85 más recientes para su análisis^{xix}. Los resultados de esta indagación no pueden resultar más inquietantes:

- Ninguno de los 85 informes mencionaba experimentos para controlar la posibilidad de que las plantas transgénicas se convirtiesen en malas hierbas.
- 24 informes se referían a cultivos -como la colza- susceptibles de hibridarse fácilmente con especies silvestres emparentadas. Pues bien, 23 de los 24 no consideraban la posibilidad de flujos génicos entre el cultivo modificado genéticamente y las especies silvestres emparentadas.

- 19 informes se referían a plantas modificadas para conferirles resistencia a los virus: aquí el riesgo es que los componentes virales de la planta transgénica y los virus que la infectan puedan recombinarse para formar nuevas cepas virales, quizá más peligrosas. Pues bien, ninguno de los 19 informes mencionaba experimentos para evaluar la producción de nuevos virus.
- 15 informes se referían a cultivos modificados para que produjesen la proteína insecticida Bt (del *Bacillus thuringiensis*). Ninguno había evaluado la posibilidad de que fueran dañados, además de las plagas previstas, otros insectos o animales (quizá predadores de las plagas).

Sólo en 1997 se llevaron a cabo en EE.UU. unas tres mil pruebas de campo, autorizadas con una simple notificación de la EPA (Agencia de Protección Ambiental). En España se han autorizado 99 liberaciones de organismos transgénicos al medio ambiente entre 1993 y enero de 1999, pero "la ausencia de recursos propios {de la Administración Pública} para estos fines, junto a la fragilidad de las atribuciones legales {de la Comisión Nacional de Bioseguridad provisional}, ha imposibilitado realizar el seguimiento correspondiente a cada una de las autorizaciones concedidas" ^{xx}.

**LIBERACIONES DE ORGANISMOS TRANSGÉNICOS
AL MEDIO AMBIENTE EN LA UNIÓN EUROPEA
entre el 21.10.91 y el 15.9.98
(liberaciones según el artículo 9 de la Directiva 90/220/EEC)**

PAÍS	NÚMERO DE LIBERACIONES
Austria	3
Bélgica	91
Dinamarca	30
Finlandia	13
Francia	392
Alemania	78
Grecia	12
Irlanda	4
Italia	206
Holanda	103
Portugal	11
España	120
Suecia	35
Reino Unido	167
TOTAL UNIÓN EUROPEA	1.265

Fuente y actualización: página web del JOINT RESEARCH CENT RE de la Comisión Europea (<http://biotech.jrc.it/es.htm>).

Pese a la complejidad de las cuestiones en juego, es posible diseñar protocolos fiables para la evaluación de riesgos ecológicos de los cultivos

transgénicos^{xxi}: pero hoy por hoy se están aprobando los nuevos cultivos sin una evaluación adecuada de tales riesgos. Los elevados costes y, sobre todo, los tiempos prolongados que requieren estos protocolos representan una traba a la competencia en un mercado que crece aceleradamente. La presión para sacrificar la seguridad en aras de la competitividad es fortísima.

Los recursos destinados a las aplicaciones de la ingeniería genética se multiplican, mientras que escasean los disponibles para la investigación de los riesgos asociados. En la República Federal Alemana, por ejemplo, en el período 1985-1989 -crucial en el desarrollo de las aplicaciones comerciales de estas biotecnologías -, el Ministerio Federal de Investigación (*Bundesforschungsministerium*) premió con unos mil millones de marcos las aplicaciones de la manipulación genética, mientras que dedicó veinte millones a la investigación en bioseguridad^{xxii}. *Si esta proporción -cincuenta a uno- se da el sector público, imagínese lo que sucede en el sector privado. El resultado de una política de investigación semejante, mantenida a lo largo de los años, es que al final ni siquiera existen especialistas en bioseguridad: los saberes -en el supuesto de que existan - se pierden si no son transmitidos.*

Otro caso estadounidense ejemplar: la hormona recombinante del crecimiento bovino

En 1993, el ministerio estadounidense FDA (*Food and Drug Administration*) dio permiso a la transnacional Monsanto para comercializar la hormona de crecimiento bovino obtenida por manipulación genética (rBGH o rBST, siglas en inglés del producto también conocido como "somatotropina bovina recombinante"). Esta hormona se inyecta a las vacas lecheras para que produzcan más leche; aunque causa en los animales toda una serie de efectos secundarios indeseables (malformaciones en los terneros, trastornos reproductivos, mastitis, etc.), la FDA la declaró "segura para el consumo humano"^{xxiii}. Monsanto ha buscado permisos para comercializar su hormona recombinante en otros países -Canadá, Australia, Nueva Zelanda, la Unión Europea-, hasta ahora afortunadamente sin éxito.

En abril de 1998, un informe oficial del gobierno canadiense destapó el escándalo político y científico que supuso la autorización de la FDA en EE.UU.^{xxiv}. Tanto Monsanto como la FDA ocultaron datos esenciales: por ejemplo, dijeron que un experimento en el que se suministró la hormona a ratas durante noventa días había mostrado que ésta "no era activa por vía oral en ratas". Por el contrario, según ha revelado el informe canadiense, entre el 20 y el 30% de las ratas desarrollaron anticuerpos a la hormona, probando así que ésta había penetrado en su sangre y alertado al sistema inmunológico; además aparecieron quistes en el tiroides e infiltraciones en la próstata de algunos machos.

Por otro lado, no se realizaron los necesarios estudios toxicológicos para excluir posibles efectos de esterilidad, malformaciones congénitas, cáncer, problemas inmunológicos... Aunque se sabe que la leche de las vacas tratadas con la hormona recombinante de crecimiento bovino contiene niveles elevados de un factor de crecimiento llamado IGF -1 (siglas en inglés de *Insulin-Like Growth Factor-1*, factor de crecimiento -1 semejante a insulina), que es idéntico en las vacas y en los seres humanos -en los cuales incrementa el riesgo de contraer cáncer de próstata, mama, colon y otros-, no se ha estudiado tampoco este evidente riesgo para la salud humana. Y todavía hay más, como guinda del pastel: los científicos autores del informe canadiense fueron amenazados por sus superiores -por lo visto más sensibles a los intereses de Monsanto que a su deber de proteger la salud de las gentes - para que alteraran su texto.^{xxv}

Otros episodios semejantes han salido a la luz (y sin duda existen muchos más que desconocemos). Por ejemplo, el caso del doctor Arpad Pusztai, patólogo en el Instituto de Investigación Rowett de Aberdeen (Edimburgo): tras denunciar que ratas alimentadas con patatas transgénicas habían sufrido graves e inesperados daños en muchos órganos vitales y en el sistema inmunitario, fue despedido de su trabajo y sometido a una campaña de desacreditación. Poco después, sin embargo, otros científicos de la Universidad de Aberdeen confirmaron sus análisis^{xxvi}. El panorama es desolador. Cuando, en estas condiciones, se nos insiste en que "todo está bajo control", ¿cómo evitar la amargura?

Una actividad intrínsecamente peligrosa

En la resolución de la Ejecutiva Confederal de CC.OO. sobre biotecnologías (aprobada en noviembre de 1997, y reproducida al final de este librito) se lee: "Los graves riesgos asociados con la manipulación genética hacen que ésta deba conceptualizarse como *actividad intrínsecamente peligrosa* y someterse a un control social especialmente riguroso y exigente. *La aplicación de las nuevas técnicas de manipulación génica a la agricultura y la ganadería provoca un gran rechazo social y no parece justificada (en la inmensa mayoría de los casos) por la relación entre riesgos y posibles beneficios; en cambio (...) muchas aplicaciones biomédicas son valiosas y prometedoras.*"^{xxvii}

Esta conceptualización de la manipulación genética como "actividad intrínsecamente peligrosa" puede explicarse con una argumentación general que cabría llamar el "argumento de Commoner" (en homenaje al biólogo y pensador ecologista Barry Commoner, de quien procede)^{xxviii}:

- I. Si un ser vivo -cualquiera que sea-, en el curso de un larguísimo proceso de evolución de las especies (y de coevolución de estas con su medio ambiente) que ha durado aproximadamente cinco mil millones de años, ha llegado hasta hoy, podemos suponer con fundamento que se halla bien adaptado a la vida en la biosfera terrestre. En este dilatadísimo

lapso de tiempo geológico muchísimos experimentos biológicos han tenido lugar, y las estructuras inviables que surgieron fueron desechadas. (Ha de tenerse en cuenta, sin embargo, que no todas las estructuras desechadas eran necesariamente inviables o fallidas. Muchas lo fueron por causas específicas o coyunturales. Los efectos del azar forman parte ineludiblemente de la evolución biológica, y pretender que los resultados finales de estos procesos son “ perfectos ” constituye una ilusión.)

- II. Por eso, cualquier cambio que afecte a su genoma o a su medio ambiente se traducirá -en principio - en mengua de esa adaptación. Hay alguna probabilidad de que no sea así (de que el cambio sea “a mejor” para el ser vivo que estamos considerando, y represente una ventaja adaptativa), pero ésta es bajísima.
- III. Por tanto, desde la biología evolucionista darwiniana, los cambios no son *en general* favorables para los organismos, sino más bien lo contrario.
- IV. Desde luego el ser humano, como animal capaz de acción intencional, previsión y raciocinio, puede buscar intencionadamente la pequeña probabilidad de los cambios “ a mejor ” : puede tratar de mejorar conscientemente la naturaleza (por ejemplo, alterando el genoma de distintas especies vivas y acaso de la suya propia), y de hecho a veces lo consigue (por ejemplo, erradicando enfermedades como la viruela).
- V. Pero ante la complejidad del mundo biológico y de las interacciones ecológicas, el tamaño descomunal de nuestra ignorancia, la humana - demasiado-humana tendencia a la chapucería, los ineliminables azares e imprevisibles contingencias, las distorsiones introducidas por el modo de producción capitalista y otros relevantes aspectos de nuestras relaciones sociales, y ante la magnitud de los riesgos en juego, se impone *una actitud de prudencia extrema al intervenir en la naturaleza*.

De manera que un criterio elemental de prudencia recomienda que nos lo pensemos dos, tres y cien veces antes de manipular la constitución molecular de los organismos vivos o interferir en el funcionamiento de los ecosistemas. No porque sean “ sagrados ” o inmejorables, sino porque de entrada la probabilidad de que nuestra intervención empeore las cosas es muchísimo mayor que las mejore. Eso queremos decir al calificar a las tecnologías del ADN recombinante como “ intrínsecamente peligrosas ” .

Conviene tener claro que bien puede suceder respecto a las nuevas biotecnologías lo mismo que sucedió con la industria nuclear: que la aplicación en serio de las medidas de seguridad adecuadas encarezca tanto estas actividades que las haga económicamente inviables (y que, a la inversa, sólo pueda esperarse rentabilidad crematística si se ignoran sistemáticamente las medidas de seguridad apropiadas para actividades de tan alto riesgo).

Sobre biotecnologías agrícolas y alimentos transgénicos

Alimentos obtenidos por manipulación genética son: (A) los organismos que se pueden utilizar como alimento y que han sido sometidos a ingeniería genética (por ejemplo, plantas manipuladas genéticamente que se cosechan), (B) alimentos que contienen un ingrediente o aditivo derivado un organismo sometido a ingeniería genética, o (C) alimentos que se han producido utilizando un producto auxiliar para el procesamiento (por ejemplo, enzimas) creado mediante la ingeniería genética. Aunque sea menos preciso, resulta habitual referirse a este tipo de sustancias como *alimentos transgénicos* o *alimentos recombinantes*.

La posición de CC.OO. en relación con los alimentos obtenidos por manipulación genética (fijada en la resolución de la Ejecutiva Confederal del 18 de noviembre de 1997) es la exigencia de una *moratoria en su producción y comercialización*. Creemos que, hoy por hoy, los riesgos sanitarios, sociopolíticos, ecológicos y económicos -reconociendo que existe un amplio campo de incertidumbre en su evaluación - resultan inaceptables, mientras que la inmensa mayoría de los alimentos obtenidos por manipulación genética son innecesarios. De todas formas, la exigencia de moratoria por parte de CC.OO. admite una excepción: los alimentos modificados para eliminar de ellos alérgenos bien conocidos, o para proporcionar algún elemento nutritivo especial a personas con enfermedades metabólicas. Hay que insistir, sin embargo, en que *ninguno de los alimentos transgénicos ya desarrollados y comercializados por las transnacionales del sector (o aquellos cuya autorización han solicitado) se orienta a satisfacer tales necesidades de grupos especiales de ciudadanos y ciudadanas*.

Las pocas experiencias realizadas hasta ahora no son prometedoras. La mejor conocida es la de un arroz hipoalérgico que se intentó desarrollar en Japón, eliminando los alérgenos mediante una estrategia de "gen antisentido". El arroz transgénico resultó sin embargo ineficaz, porque se suprimieron algunos alérgenos pero otros no, y la alta sensibilidad de los alérgicos les vedó también el arroz modificado; por añadidura, el genoma del arroz transgénico resultó altamente inestable. ^{xxix}

Lo que prima con toda nitidez son los intereses de lucro de las transnacionales del sector, con despreocupación por los graves riesgos sanitarios, sociales y ecológicos. Prácticamente todas las solicitudes de autorización de plantas transgénicas que hasta el verano de 1998 se habían presentado a las autoridades de la Unión Europea (22 en total, 11 ya aprobadas, las restantes pendientes de decisión) se ordenaban en las siguientes tres categorías: (A) tomates manipulados genéticamente para que tarden más en pudrirse, posibilitando su transporte a larguísima distancia; (B) plantas transgénicas productoras de toxinas contra insectos, nematodos u otras plagas; (C) plantas transgénicas resistentes a un determinado herbicida (en general producido por la misma transnacional

que vende la semilla transgénica). Existen poderosas razones de tipo sanitario, social, económico y ecológico para oponerse a la autorización de tales variedades transgénicas.

En 1992-1998 la UE aprobó la comercialización de 17 productos transgénicos (11 cultivos, tres vacunas contra enfermedades de animales, un kit para detección de antibióticos en leche y dos plantas ornamentales):

		FECHA DE APROBACIÓN
1. Vacuna contra la enfermedad de Aujeszky para cerdos (intramuscular)	Vemie Veterinär Chemie GmbH	18.12.92
2. Vacuna oral contra la rabia para zorros	Rhône-Mérieux	19.10.93
3. Semillas de tabaco tolerante al herbicida bromoxinilo	SEITA	8.6.94
4. Vacuna contra la enfermedad de Aujeszky para cerdos (intradérmica)	Vemie Veterinär Chemie GmbH	18.7.94
5. Colza tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Plant Genetic Systems	6.2.96
6. Soja resistente al herbicida glifosato	Monsanto	3.4.96
7. Achicoria tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Bejo-Zaden BV	20.5.96
8. Maíz que produce la toxina Bt, tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Ciba-Geigy (Novartis)	23.1.97
9. Colza tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Plant Genetic Systems	6.6.97
10. Colza tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Plant Genetic Systems	6.6.97
11. Streptococcus termophilus para detección de antibióticos en leche	Valio Ltd	21.8.97
12. Claveles con colores alterados	Florigene	1.12.97
13. Colza tolerante al herbicida glufosinato de amonio	AgrEvo	22.4.98
14. Maíz tolerante al herbicida glufosinato de amonio	AgrEvo	22.4.98
15. Maíz que produce la toxina Bt	Monsanto	22.4.98
16. Maíz que produce la toxina Bt, tolerante al herbicida glufosinato de amonio	Novartis	22.4.98
17. Claveles longevos	Florigene	20.10.98

Riesgos de los cultivos y alimentos transgénicos

La introducción de plantas transgénicas va a aumentar la industrialización de las prácticas agrícolas, acentuando problemas que ya hoy son muy graves, y creando otros problemas nuevos y específicos. Especialmente preocupantes son las perspectivas de *incremento de la contaminación química* (difusión de biocidas en el medio ambiente), *introducción de contaminación genética* (difusión incontrolada de los transgenes en la biosfera) y *destrucción de biodiversidad* (tanto silvestre como agrícola). Los riesgos que plantean los cultivos transgénicos y alimentos transgénicos pueden resumirse así^{xxx}:

- Efectos tóxicos o alergénicos debido a productos transgénicos o productos de interacciones con genes huéspedes.
- Propagación de transgenes a especies silvestres cercanas por hibridación sexual, por ejemplo transgenes de resistencia a herbicidas, creando por hibridación “malisimas hierbas” (es decir, malas hierbas con resistencia a los herbicidas).
- Transferencia horizontal de genes a través de la mediación de un vector a especies de plantas sin relación alguna. Es un fenómeno más raro que el anterior, pero no despreciable.
- Transferencia horizontal de genes a través de la mediación de un vector y recombinación para crear nuevas bacterias patógenas.
- Recombinación de vectores que generan nuevas cepas virulentas de virus, especialmente en plantas transgénicas manipuladas genéticamente para la resistencia viral con genes virales.
- Transmisión a través de un vector de resistencia a los antibióticos a bacterias del medio, exacerbando aún más un problema ya existente para la salud pública (ya nos referimos anteriormente a este problema). Transmisión a través de un vector de resistencia a los antibióticos a las bacterias intestinales y a agentes patógenos.
- Incremento de la contaminación química del agua y los alimentos (ya que el 60% de la investigación biotecnológica en el sector agrícola se encamina a crear plantas resistentes a determinados herbicidas). Aumento de las enfermedades relacionadas con biocidas entre los trabajadores del campo.
- Las plantas transgénicas equipadas con bio-insecticidas (como por ejemplo los genes productores de toxinas del *Bacillus thuringiensis*, Bt) aceleran la evolución de resistencias a estos en las plagas (con lo que pierden eficacia los bio-insecticidas naturales empleados desde hace decenios en agricultura ecológica).
- Concentración de los insectos normales (no resistentes) sobre los cultivos no transgénicos, sometiéndolos a daños acrecentados. El uso masivo de la toxina de Bt en cultivos puede desencadenar interacciones potencialmente negativas que afecten a procesos ecológicos y a organismos benéficos.
- Fracasos agrícolas debidos a la inestabilidad de los genomas de las plantas transgénicas.
- Alimentos manipulados para que tengan buen aspecto, con independencia de su valor real para la nutrición.
- La expansión de los cultivos transgénicos amenaza la diversidad genética por la simplificación de los sistemas de cultivos y la promoción de la erosión genética. Aquí se combinan causas biológicas (competición entre

especies) y político -económicas (políticas comerciales de venta o prohibición de utilizar ciertas semillas).

La diseminación de OMGs en el medio ambiente puede alterar los mecanismos, el ritmo y la orientación de la evolución de las especies, con imprevisibles repercusiones para la estabilidad ecológica de la biosfera. Los vectores transmisores del transgén, a diferencia de la contaminación química, se autoperpetúan y autoamplían. Una vez sueltos, es imposible controlarlos o recuperarlos. En general, las presiones internacionales para ganar mercados y aumentar las ganancias hacen que las compañías liberen cultivos transgénicos demasiado rápido, sin consideración apropiada de los impactos a largo plazo en las personas o en los ecosistemas. Aparecen graves riesgos económicos y sociopolíticos para los países del Tercer Mundo (sobre los que volveremos después)

El caso del L -triptófano en EE.UU.

Entre 1989 y 1992 murieron en EEUU 38 personas, más de 1500 recibieron daños permanentes, y varios millares más se vieron afectadas por una rara enfermedad, el síndrome de eosinofilia -mialgia^{xxxi} que causaba trastornos en la sangre (*eosinofilia* o incremento anormal de los leucocitos eosinófilos) y graves dolores musculares (*mialgia*). Se puso de manifiesto que la causa de la epidemia había sido la ingestión de uno de los primeros productos alimentarios elaborados mediante procedimientos de ingeniería genética: el L-triptófano. Aunque una dieta normal contiene cantidades suficientes de este aminoácido -uno de los siete esenciales en la alimentación humana y animal-, el uso del triptófano como suplemento dietético se extendió en EE.UU. en los años ochenta por su supuesta eficacia para combatir la depresión, el insomnio y el síndrome premenstrual.

Todo el triptófano comercializado en EE.UU. procedía de seis empresas japonesas, que lo producían industrialmente por fermentación, utilizando ciertas bacterias (*Bacillus Amyloliquefaciens*). La investigación posterior a la epidemia mostró que el agente etiológico era el L -triptófano procedente de una sola de las seis, Showa Denko, una gran petroquímica de Tokio que a partir de cierto momento comenzó a usar bacterias manipuladas genéticamente. En 1988 Showa Denko introdujo modificaciones en la manufactura del L -triptófano: se comenzó a emplear una nueva cepa -la quinta- de bacterias manipuladas genéticamente, y al mismo tiempo se redujo a la mitad el carbono activado empleado para purificar el producto. Aunque -según la compañía- tales cambios no afectaban a la pureza del producto, que se mantenía por encima del 99'6%, sin embargo la aparición de un contaminante en concentraciones apreciables causó la catastrófica epidemia evocada más arriba.

Los análisis detallados, con técnicas de cromatografía líquida de alta precisión, mostraron la presencia de sesenta contaminantes distintos en el triptófano de Showa Denko, seis de los cuales se asociaron con el síndrome de eosinofilia -mialgia (conociéndose la estructura molecular de tres de ellos,

pero no de los otros tres). Curiosamente, uno de estos seis muestra semejanza química con uno de los derivados de anilina causantes del “síndrome tóxico” del aceite de colza desnaturalizado en España, en 1981. Hoy por hoy se desconoce qué cambio en el proceso de producción del triptófano, en concreto, causó la enfermedad: si la introducción de la nueva cepa de bacterias manipuladas genéticamente, o el ahorro de la mitad de carbono activado en el filtrado del producto. La compañía Showa Denko impidió siempre que investigadores independientes examinaran las bacterias productoras del triptófano tóxico. Por otra parte, hay que subrayar que la pureza del triptófano de Showa Denko superaba con creces los estándares de la FDA (*Food and Drug Administration*) estadounidense: estos establecían un mínimo del 98’5% en contenido real del producto etiquetado, mientras que -como mencionamos el triptófano tóxico llegaba al 99’6%. Y merece la pena mencionar también que en 1990 se reveló que funcionarios de la FDA habían ocultado al público la utilización de bacterias manipuladas genéticamente en la fabricación del producto, para evitar un impacto negativo sobre la creciente industria biotecnológica. ^{xxxii}

Lo que hay que retener es que esta epidemia constituye otro ejemplo grave de los imprevisibles problemas para la salud derivados del consumo de alimentos manipulados industrialmente. Las recientes experiencias de “gestión de la crisis” en el caso de tragedias como la de las “vacas locas” en Inglaterra han evidenciado el tipo de problemas que genera el modelo agropecuario dominante, sometido a intensas presiones productivistas que con frecuencia llevan a desdeñar los riesgos para la salud pública. En esta industrialización de la alimentación humana, los alimentos producidos con ingeniería genética suponen un salto cualitativo.

¿Menos biocidas gracias a la ingeniería genética?

Se dice a veces que la manipulación genética posibilitará una reducción del uso de biocidas en la agricultura, y por tanto una agricultura más compatible con el medio ambiente. Pero los resultados a corto plazo pueden ser engañosos, y encubrir desastres a medio y largo plazo. Hoy, cuando se promociona la tecnología del ADN recombinante como la base de una “nueva revolución verde”, convendría por lo menos aprender de las experiencias de la primera “revolución verde”. Convendría recordar los sueños de los años cincuenta, según los cuales el DDT y otros biocidas químicos iban a acabar con los patógenos vegetales y los vectores de enfermedades de las cosechas. En poco tiempo, el desarrollo de resistencias por parte de los organismos que se quería aniquilar dio al traste con estas ilusiones ^{xxxiii}; un par de decenios después, los sueños se transformaban en pesadillas al descubrirse cada vez más efectos imprevistos e indeseados causados por la difusión de los herbicidas y pesticidas a través de la biosfera. La mayoría de estas sustancias son altamente tóxicas, de efecto indiscriminado, persistentes y bioacumulativas. Los daños producidos a los ecosistemas, a la salud de los animales y al bienestar y salud de los propios seres humanos pesan cada vez más gravemente ^{xxxiv}.

Y lo más grave: ¡toda la operación no valió la pena ni siquiera en términos de producción de alimentos! Los biocidas no han acabado con los problemas que se suponía iban a resolver. En realidad, *en los cincuenta años transcurridos desde que se generalizó el uso de los pesticidas, el porcentaje de pérdida de cosechas a causa de las plagas no ha descendido de forma notoria*. Los insectos, las malas hierbas y las enfermedades de las plantas aún se llevan hoy en día el mismo 30 ó 35% de las cosechas, es decir, casi el mismo porcentaje que en la era prequímica. En EE.UU., entre 1945 y 1989, el empleo de insecticidas químicos se multiplicó por diez, pero las pérdidas por insectos casi se suplicaron en el mismo periodo^{xxxv}. Si, por un lado, las prácticas de intensificación en la agricultura de este periodo incrementaron la producción global, por otro también contribuyeron a la inmunidad de muchas plagas frente a los biocidas.^{xxxvi}

En efecto, *en el mundo biológico, el peligro de las estrategias de sentido único* (ya se trate de monocultivos o de aplicación masiva de unos pocos biocidas) *es siempre el mismo: la aparición de resistencias* como respuesta evolutiva en los organismos que se pretende combatir. Hoy, cuando ya se están introduciendo a gran escala los cultivos transgénicos, *corremos el peligro de que los intereses de beneficio crematístico a corto plazo de unas pocas empresas transnacionales prevalezcan de nuevo sobre los intereses a largo plazo de los seres vivos que compartimos el planeta Tierra, y conduzcan a resultados desastrosos*. Ya se han publicado trabajos que describen la aparición de resistencias a las toxinas del *Bacillus Thuringiensis*, cuya capacidad insecticida se ha trasladado a cultivos como el maíz transgénico de Ciba -Geigy (Novartis) que desde 1996-97 ya se está sembrando en EE.UU. y comercializando en todo el mundo. Tales estudios muestran que los genotipos resistentes aparecerán rápidamente cuando estos cultivos transgénicos se planten extensivamente, y bastarán entonces pocas generaciones de insectos para que los nuevos cultivos transgénicos sean de nuevo pasto de los agentes patógenos^{xxxvii}.

Igualmente se ha descrito la resistencia de la mala hierba más común en Australia, el *rye-grass*, al herbicida estrella de Monsanto, el glifosato (comercializado como Roundup Ready)^{xxxviii}. Al hacerse resistentes las hierbas es necesario usar dosis cada vez mayores de herbicida, dejando a su vez mayores cantidades de residuos químicos en los cultivos. Monsanto se vanagloria de que en 1996, el primer año de cultivo de su soja transgénica resistente a su herbicida glifosato, el uso de éste se redujo en porcentajes que variaban entre el 9 y el 39% en diferentes zonas de EE.UU.^{xxxix}; pero, al mismo tiempo, *ha solicitado a las autoridades reguladoras de varios países triplicar los valores límite admitidos de residuos de glifosato en los cultivos* (pasando de 6 a 20 miligramos por kg. de peso en seco)^{xi}. En EE.UU., los límites admitidos de glifosato en alimentos para consumo humano han pasado de 0'2 mg. por kg. de materia seca en 1986 a 100 mg. en 1998: ¡un aumento del 200% en una docena de años, a medida que se desarrollaba la estrategia comercial de Monsanto!^{xii} Por otra parte, el número de junio de 1998 del boletín de las agroquímicas estadounidenses AGROW informaba que, de acuerdo con datos oficiales del *U.S. Department of Agriculture*, la expansión del cultivo de soja transgénica Roundup Ready (resistente al glifosato) en 1997 había incrementado el uso

de glifosato en soja un 72% ese año (en un contexto de incremento general del 29% del uso de herbicidas en cultivos de soja). Y las previsiones de la multinacional Monsanto son *duplicar las ventas de su herbicida estrella en menos de diez años gracias a los cultivos transgénicos*^{xlii}. *Aunque a corto plazo se use menos herbicida, a medio y largo plazo lo previsible es justo lo contrario.*

Aquí realmente hay que hablar en términos de *dos paradigmas opuestos e irreconciliables: avanzar hacia una agricultura que apenas use biocidas (y ésta es la única ecológica y socialmente aceptable), o avanzar hacia una agricultura de plantas resistentes a los biocidas.* Por desgracia la ingeniería genética actual, controlada por las compañías que fabrican los biocidas, se decanta por la segunda opción. Al menos 27 grandes empresas están investigando sobre cultivos transgénicos resistentes a herbicidas: entre ellas están los ocho mayores fabricantes de biocidas del mundo -las multinacionales Bayer, Ciba -Geigy (Novartis), ICI, Rhone -Poulenc, Dow/Elanco, Monsanto, Hoechst y Du Pont -, así como casi todas las grandes empresas de semillas, la mayoría de las cuales han sido adquiridas por multinacionales químicas. En los países industrializados y durante el período 1986-1992, el 60% de todas las pruebas de campo sobre cultivos transgénicos tenían que ver con la resistencia a herbicidas. En uno de los países pioneros en aplicaciones agropecuarias de la ingeniería genética, Canadá, en 1988-1995 nada menos que el 86% de los experimentos con plantas genéticamente modificadas (unos 1600) estaba relacionado con la tolerancia a herbicidas.^{xliii}

¿Realmente podemos permitirnos tropezar tantas veces en la misma piedra? Mientras que las aplicaciones esporádicas de biocidas -tanto naturales como de síntesis química - pueden controlar los organismos indeseables, el uso constante -especialmente de un mismo producto- provoca la aparición de resistencias, ya se trate de plagas de insectos o de malas hierbas. Eliminar un insecto nocivo, sin atender a los equilibrios ecológicos en juego, a menudo desemboca en la proliferación de otras plagas -que pueden resultar más dañinas que la primera. *Para reducir el impacto ambiental de la agricultura lo que necesitamos no son estrategias de sentido único sino diversificación y reequilibrio: la vía de la agricultura ecológica.*

La propaganda de las compañías agroquímicas dice que herbicidas como el glifosato o el bromoxinilo son ambientalmente benignos. Pero aunque sean menos tóxicos que herbicidas de generaciones anteriores, ello no quiere decir ni mucho menos que sean ambientalmente recomendables. Los fabricantes afirman que el bromoxinilo y el glifosato, cuando se usan adecuadamente, se degradan rápidamente en el suelo, no se acumulan en las aguas subterráneas, no tienen efectos en los organismos y no dejan residuos en los alimentos. Hay, sin embargo, evidencia de que el bromoxinilo causa defectos de nacimiento en animales de laboratorio, es tóxico para los peces y puede causar cáncer en humanos. Debido a que el bromoxinilo es absorbido por vía dermatológica, y porque causa defectos de nacimiento en roedores, es probable que presente riesgos para los agricultores y trabajadores del campo. Similarmente, se ha observado que

el glifosato es tóxico para algunas especies que habitan en el suelo, incluyendo tanto a predadores benéficos (arañas, escarabajos y ácaros) como a especies detritívoras (por ejemplo lombrices de tierra), y también para organismos acuáticos, incluyendo peces. Como se sabe que este herbicida se acumula en frutos y tubérculos, y que sólo sufre una escasa degradación metabólica en las plantas, también preocupa la cuestión de la contaminación de los alimentos por residuos del herbicida.

Es muy probable que las peores sorpresas, en el futuro próximo, nos las deparen los daños de tipo ecológico: mientras que -por razones obvias- los gobiernos están esforzándose por prevenir riesgos para la salud humana, y en este ámbito es donde se dan los controles más estrictos, los riesgos de tipo ecológico prácticamente no se tienen en cuenta... y no digamos, por ejemplo, los impactos adversos sobre las poblaciones del Sur de este tipo de tecnologías.

¿Ingeniería genética para acabar con el hambre en el mundo?

Un argumento que repiten los "tecnóentusiastas" (y las multinacionales agroquímicas) es que la ingeniería genética servirá para terminar con el hambre en el mundo. Se llega incluso a acusar a los "tecnocriticos" de insensibilidad e insolidaridad con los pueblos hambrientos del Sur.

Pero el hambre y la desnutrición severas -que hoy afectan a más de 800 millones de personas en todo el mundo- no son problemas técnicos, sino problemas político-sociales. *Las hambrunas no están causadas por falta de alimento, sino por falta de acceso al alimento y de fuentes de ingresos monetarios en momentos críticos*^{xliv}. El hambre no es sino un síntoma de males sociales más profundos: pobreza y desigualdad. Hoy producimos más que suficiente para alimentar a toda la población mundial, y con una distribución adecuada nadie pasaría hambre; mañana, simplemente con una reducción de la cantidad de carne ingerida por las poblaciones del Norte liberaríamos recursos suficientes para alimentar sobradamente a la población máxima prevista para el siglo XXI (aproximadamente 11.000 millones de personas).

La *Union of Concerned Scientists* estadounidense, con mucha sensatez, ha indicado que mejorar la productividad de los cultivos no constituye más que una parte de la solución a los problemas de alimentación en el mundo. Es igualmente importante combatir la pobreza (aumento de ingresos para comprar comida), mejorar las infraestructuras para la distribución de los productos y favorecer la autosuficiencia regional apoyando a los agricultores de subsistencia.

Es cierto que hay aplicaciones de las tecnologías del ADN recombinante potencialmente favorables a los pobres y hambrientos (o a los seres vivos no humanos): el problema es que los pobres y hambrientos, por definición,

no representan mercados suculentos para los dueños del capital privado (por no hablar de los seres vivos no humanos). En Nicaragua y Costa Rica se está cosechando yuca manipulada genéticamente para que produzca mayor cantidad de aminoácidos esenciales; allí la yuca es la base de la alimentación para la tercera parte de la población. La investigación se financió con fondos de la cooperación al desarrollo. Algo parecido se está intentando con la batata, otro cultivo importante para países tropicales pobres^{xlv}.

Sin embargo, tales ejemplos son escasísimas excepciones frente a la corriente principal de investigación, puesta cada vez más al servicio de los intereses económicos de un puñado de transnacionales. Si realmente los cultivos transgénicos se destinasen a intentar paliar el hambre en el mundo, entonces deberían poseer alguna o varias de las siguientes características: (a) semillas capaces de crecer en suelos pobres, salinizados, contaminados, etc.; (b) cultivos con más proteínas y nutrientes, de alto rendimiento, sin necesidad de insumos caros (maquinaria, agroquímicos, biocidas, etc); (c) pensados para los agricultores de subsistencia, no para los latifundios industrializados; (d) semillas baratas y fácilmente accesibles; (e) cultivos para alimentar personas, no ganado. De hecho, *ninguno de los cultivos transgénicos que ya se comercializan o están en desarrollo tienen ninguna de las características mencionadas*. Los primeros cultivos transgénicos que se han introducido en la cadena alimentaria -soja y maíz- están destinados a servir de pienso a la ya excesiva cabaña ganadera de los países del Norte, no a alimentar seres humanos; son caros y están sometidos a estrictas condiciones de protección de la propiedad industrial; están pensados para la agroindustria, etc etc. Y los supuestos beneficiarios de estas biotecnologías agrícolas -los habitantes de África, por ejemplo - rechazan enérgicamente la manipulación de sus problemas de hambre y desnutrición por parte de multinacionales de "ciencias de la vida" que no buscan sino incrementar sus beneficios.^{xlvi}

Industrialización de la agricultura, proletarización del campesinado

La biotecnología agrícola de las transnacionales no mejorará la dieta ni la seguridad alimentaria de los más pobres, sino que seguramente la empeorará. Se trata de un modelo agrícola desfavorable para ellos: agricultura intensiva en agroquímicos, con monocultivos en grandes plantaciones propiedad de grandes terratenientes, y una dependencia creciente de los agricultores (que en el nuevo modelo tendrán que comprar cada año a la misma multinacional sus insumos -las semillas transgénicas patentadas, los fertilizantes, los biocidas, etc. - y a menudo venderle sus productos agropecuarios para el procesado posterior). En este contexto se ha empleado el término de *bioservidumbre*; también resulta indicado hablar de un empujón decisivo en el proceso de *proletarización del campesinado*. La aplicación masiva de la ingeniería genética en agricultura y ganadería

posibilita así una transformación de gran calado en el conjunto del sistema agropecuario y del *agribusiness*.^{xlvii}

Quizá ningún ejemplo concreto lo muestra más a las claras que la tecnología de semillas estériles recientemente patentada en EE.UU. (y rápidamente bautizada por sus críticos como "tecnología *terminator*")^{xlviii}. El 3 de marzo de 1998, una importante compañía de semillas estadounidense -la *Delta and Pine Land Company* de Scott, Mississippi - y el Ministerio de Agricultura de EE.UU. (USDA) anunciaron que habían obtenido una patente sobre una técnica de modificación genética que impide la germinación de las semillas y podría emplearse en una amplia gama de cultivos. De este modo, cultivos básicos como el trigo, el arroz o el sorgo pasarían a ser "de un solo uso", como hoy lo son las variedades híbridas de maíz y muchas hortalizas. La hibridación constituye un método biológico eficaz para obligar a los agricultores a comprar semillas cada año, y por ello las semillas híbridas representan la principal fuente de negocio para las compañías de semillas: pero hasta ahora muchos cultivos se resistían a la hibridación. Con la nueva tecnología *terminator*, se habrá roto esta barrera, y se acelerará la desposesión del agricultor y la monopolización de las semillas. La historia se completa cuando, dos meses más tarde, la transnacional agroquímica Monsanto -segunda productora de pesticidas del mundo, después de Novartis, y acaso la que más fuerte está apostando por la agricultura de ingeniería genética - compra *Delta and Pine Land Company* y con ella la patente de la tecnología *terminator* (dicho de pasada, otro ejemplo significativo más de cómo se privatizan los resultados de la investigación pública o semipública).

La nueva tecnología de semillas estériles no es una innovación más; representa el caso paradigmático de la dirección que toma la manipulación genética de los cultivos. Muestra a las claras, en su terrible desnudez, lo que verdaderamente quieren las transnacionales agroquímicas que hoy aumentan su poder para controlar, manipular y mercantilizar la vida. El beneficio agronómico es nulo; el aumento de poder y control para Monsanto lo es todo.

De los 33 millones de hectáreas de cultivos transgénicos plantados en todo el mundo en 1998, la inmensa mayoría -el 88%- se cultivaron en EE.UU. Pues bien, de la superficie plantada estadounidense casi veinte millones de hectáreas eran plantas resistentes a los herbicidas, y otros ocho millones plantas con insecticida incorporado (la toxina Bt). Casi todo el resto eran plantas que combinaban las dos características, y *sólo cantidades marginales de tierra se plantaron con variedades transgénicas donde se había intentado mejorar la calidad del producto*. En total, el 71% de todos los cultivos transgénicos plantados en el mundo entero en 1998 eran plantas resistentes a los herbicidas. Los objetivos de la ingeniería genética de las multinacionales están claros: *semillas de un sólo uso (tecnología "Terminator" de Monsanto) diseñadas para vender más herbicidas y fitosanitarios*.

Impactos desiguales en el Norte y en el Sur

Hay un importante potencial de desestabilización Norte -Sur en el uso que se está haciendo de las nuevas biotecnologías. Con la generalización de las técnicas de ingeniería genética aumentan aún más los riesgos de *mercantilización y oligopolización de la agricultura*, en beneficio de las empresas del *agribusiness* de los países del Norte y en detrimento de la agricultura de subsistencia en los países del Sur. Los nuevos productos y materiales producidos por la biotecnología pueden sustituir a importaciones provenientes de países pobres del Sur, desestabilizando aún más sus economías. Por ejemplo, ya se está plantando una colza manipulada genéticamente para que produzca grandes cantidades de ácido láurico, un ingrediente esencial de jabones, detergentes, lubricantes, cosméticos y otros productos que hasta ahora se obtenía fundamentalmente del coco. Las economías de Filipinas e Indonesia -que exportan el 81% del coco mundial - pueden verse devastadas: sólo en Filipinas, el 30% de la población -21 millones de personas- depende del cultivo del coco.

Por otro lado, en un mundo tan lacerantemente desigual y dividido como el nuestro, *es verosímil que actividades de alto riesgo como muchas de las relacionadas con la ingeniería genética se desplacen a países del Sur* donde la legislación es laxa y la vida humana barata (como ya sucede en muchos casos con la "exportación" de procesos industriales contaminantes o de residuos tóxicos del Norte al Sur). En 1987, por ejemplo, el Wistar Institute -un laboratorio privado de Philadelphia - realizó en Argentina peligrosos experimentos con el virus de la rabia, esquivando así la estricta legislación estadounidense, y sin informar a las autoridades argentinas de lo que se proponía (ni mucho menos solicitar permiso alguno, por tanto). Algunos trabajadores se infectaron con el virus recombinante que se quería emplear como vacuna para el ganado ^{xlix}.

Otro elemento de impacto desigual es la *mayor vulnerabilidad de los países del Sur ante la contaminación genética*. En Europa o EE.UU. la agricultura se basa sobre todo en especies exóticas: en esa medida, los riesgos de hibridación entre plantas cultivadas transgénicas y sus parientes silvestres son menores que en los grandes centros de biodiversidad mundiales, situados en Sudamérica, Asia Menor, el subcontinente indio o Asia sudoriental^l. Aquí, en estos países del Sur, introducir cultivos transgénicos exigiría muchas más precauciones... mientras que lo previsible es que se tomen todavía menos que en las naciones ricas del Norte.

Un último elemento de desestabilización y explotación es la *biopiratería*: la búsqueda de beneficios por parte de las grandes compañías transnacionales que dominan los negocios del ADN recombinante está llevando a una desenfadada carrera por hacerse con patentes sobre el material genético estudiado, incluido el humano. La concesión de patentes sobre seres vivos y sobre material genético supone *una profundización sin precedentes en el*

proceso de total mercantilización, privatización de la naturaleza y dominación sobre las personas que caracteriza al sistema industrial capitalista. Por otra parte, la privatización del conocimiento va a suponer un importante obstáculo para la investigación científica, y puede frenar el desarrollo de aplicaciones interesantes de la ingeniería genéticaⁱⁱ.

La evolución del sistema de patentes en los últimos decenios tiende a *proteger no los derechos de los inventores, sino las inversiones de capital*. A partir de la firma de la "Ronda Uruguay" de los acuerdos del GATT (abril de 1994) y de la creación de la Organización Mundial del Comercio, OMC (enero de 1995), el sistema mundial de Derechos de Propiedad Intelectual, hecho a la medida de las transnacionales del Norte, se convierte cada vez más en un instrumento de dominación sobre el Sur.

Los ejemplos de biopiratería que perjudica a los países del Sur son innumerables: sólo en la India, la Research Foundation for Science, Technology and Ecology ha elaborado una lista de cien plantas medicinales autóctonas que han sido patentadas en Europa y los EE.UU.ⁱⁱⁱ. India y Pakistán han recurrido contra la patente otorgada a una empresa de Texas por el arroz Basmati, una variedad de grano largo y fragante que se cultiva en estos países. La compañía japonesa Lucky Biotech y la Universidad de California han conseguido patentes sobre las plantas africanas *thaumatin* y *sendipico*, solicitando incluso la patente en los países africanos donde se encuentran estas plantas, lo que impediría la utilización de dichas plantas a los mismos indígenas africanos que en realidad las utilizan desde hace miles de años. La compañía Agroctetus, subsidiaria de W.R. Grace, ha obtenido de la Oficina Europea de Patentes una patente para 18 años sobre el aceite de soja, pudiendo establecer un monopolio mundial sobre un subproducto de este aceite que se conoce desde hace milenios en las culturas asiáticas y es usado por los cocineros asiáticos en la alimentación de casi toda la cocina oriental. Esta misma compañía ha solicitado varias patentes, de las 35 que ha pedido sobre el árbol del *nim* -un árbol usado tradicionalmente por comunidades de la India-, por sus sorprendentes propiedades como pesticida natural y que esta importante compañía intenta monopolizar en todo el mundo, alegando que fue descubierto por ella, cuando hay detrás de una cultura milenaria que puede demostrar que lo encontró antes y lo viene usando desde hace siglosⁱⁱⁱⁱ... Aquí, verdaderamente, es cosa de contar y nunca acabar.

LOS DIEZ PRINCIPALES RIESGOS DE LOS CULTIVOS Y ALIMENTOS TRANSGÉNICOS: RESUMEN

1. Riesgos para la salud pública (alergias, intoxicaciones, difusión de la resistencia a antibióticos...)
2. Contaminación genética (por difusión incontrolada de los transgenes en la biosfera)
3. Aumento de la contaminación química por biocidas
4. Pérdida acrecentada de biodiversidad silvestre y agropecuaria
5. Creciente inseguridad alimentaria
6. Enorme concentración de poder en un puñado de transnacionales
7. Degradación de la democracia (ver cuadro correspondiente)

8. Incremento de las desigualdades Norte -Sur, y en general de la injusticia
9. Inactivación de recursos de la agricultura ecológica (Bt por ejemplo) y perjuicios para los agricultores que no se suban al carro de los transgénicos (concentración de plagas en sus campos, por ejemplo...)
10. Privatización y mercantilización de la agricultura, la ganadería, la I+D científica, y en definitiva privatización y mercantilización de los seres vivos y la misma vida

Ciencia y tecnología en el entramado social

A veces se descalifican los recelos que la mayoría de las personas experimentan hacia las aplicaciones agropecuarias de la manipulación genética como fruto de la ignorancia, dando a entender que si comprendiesen mejor los aspectos científicos del problema serían más favorables a los nuevos organismos transgénicos. No es infrecuente que tales observaciones se asocien con la idea de dejar las decisiones en manos de los " expertos" que " entienden verdaderamente los problemas" .

La realidad va por otro lado: este argumento del " déficit cognitivo" no encuentra validación empírica. Por el contrario, según se ha constatado repetidamente en estudios de la Unión Europea (encuestas Eurobarómetro), aunque es cierto que la ignorancia sobre los aspectos científicos del debate sobre las nuevas biotecnologías es muy amplia, *a medida que aumenta la información de los ciudadanos y ciudadanas sobre estos asuntos, crecen también sus recelos sobre las aplicaciones agropecuarias de la manipulación genética*^{iv}. En concreto, los profesores de biología consideran que los riesgos asociados con la ingeniería genética son mayores de lo que cree el común de la gente; y los ciudadanos y ciudadanas de los países europeos con mayor nivel educativo e informativo, como Dinamarca, Alemania y Suecia, son también quienes menos apoyan la aplicación masiva de las nuevas biotecnologías al sector agroalimentario^{iv}. La idea tecnocrática según la cual " han de decidir los expertos" es inaceptable por antidemocrática, en cualquier caso.

No hay ningún tipo de control externo que pueda suplir el autocontrol de los científicos y tecnólogos conscientes de su responsabilidad moral y social (responsabilidad que ha aumentado en la misma medida en que crecía el potencial de impacto social y ecológico de la ciencia y la tecnología). De hecho, y en el ámbito que ahora nos ocupa: fue en el seno de la misma comunidad de los biólogos moleculares donde surgieron las primeras cautelas autocríticas sobre la ingeniería genética (manifiesto de Maxine Singer y Dieter Soll en *Science*, 23 de septiembre de 1973; declaración del Comité de Moléculas de ADN Recombinante presidido por Paul Berg, julio de 1974; conferencia de Asilomar –California-, primavera de 1975; normas de los National Institutes of Health, 1976)^{ivi}.

El problema es que en la discusión de los riesgos asociados con la ingeniería genética, *desde mediados de los años ochenta hemos pasado -como indica Vandana Shiva - "de la fase de Asilomar a la fase de Wall Street"*^{ivii}: del

período de experimentación en laboratorio, con organismos mutilados, y realizada principalmente en las universidades, a la fase de liberación es en el medio ambiente y comercialización masiva de nuevos productos, donde marcan las pautas transnacionales agroquímicas y farmacéuticas que luchan por controlar los mercados mundiales. Las biotecnologías modernas son hoy -sobre todo- un negocio privado que se desarrolló casi exclusivamente con financiación pública en sus inicios. Se trata de un caso “de manual” de privatización de lo público, de apropiación privada del fruto de esfuerzos sociales.

En la “fase de Wall Street”, la cuestión de la responsabilidad de los científicos y del control democrático sobre la ciencia y la tecnología se plantea de manera aún más acuciante, porque han cambiado cuestiones fundamentales. Por un lado, los gastos de I+D en este campo están cada vez más concentrados: más de un 90% de la investigación en ingeniería genética se realiza en EE.UU., Japón y Europa, y dos tercios de estos gastos son realizados por empresas privadas. Aunque la investigación básica sigue siendo financiada con fondos públicos y desarrollada en los grandes laboratorios públicos, la entrada de grandes compañías multinacionales en esta carrera tecnológica, junto a la actitud laxa de “dejar hacer” de los gobiernos occidentales y una contracción generalizada del gasto público de I+D de estos países, significa en la práctica una apropiación del conocimiento colectivo por estas grandes compañías.

Otra cuestión diferencial es el modelo de investigación imperante, donde se exalta la competitividad individual y del equipo, y donde los espacios de reflexión se achican ante la presión del trabajo del día a día. La continua especialización y parcelización del conocimiento científico alimenta todavía más esta tendencia, una situación en la cual a menudo resulta difícil “ver más allá del microscopio”. Y en este punto hay que recordar que los científicos no son expertos universales ni sacerdotes de la razón: sus conocimientos especializados sobre una parcela de la realidad -cada vez más pequeña- no conceden a su opinión sobre el resto de la realidad más peso que la de cualquier otro ciudadano o ciudadana.

Este modelo alienante coexiste con la reducción progresiva de la financiación pública, que se ha ido compensando con fondos privados en un proceso en el cual se ha transformado profundamente la organización de los centros de investigación, facilitando la contratación a costa de volver opacos los mecanismos de gestión y de reducir los canales de participación democrática. La financiación pública de la investigación incluye un sistema de evaluación que supone, de hecho, un control democrático de los objetivos planteados en los proyectos concedidos. En el caso de la investigación contratada, el único límite es el mercado. En este contexto, se plantea el dilema sobre los márgenes para el ejercicio de la responsabilidad individual de los científicos, sobre la existencia de estos márgenes para todos los investigadores, sobre la posibilidad de ejercer la autorregulación o la necesidad de legislar y controlar estrechamente los objetivos de cada proyecto de investigación realizado en un organismo público.

En cualquier caso, *es la comunidad de los ciudadanos la que subvenciona la investigación científica y la que se ve después directamente afectada por la aplicación del conocimiento: a ella le corresponde decidir en última instancia sobre la dirección que adopten la ciencia y sus aplicaciones.* Lo que está en juego es el tipo de ser humano y de sociedad que deseamos. No se trata de frenar el conocimiento científico, de prohibir la I+D. Renunciar a la racionalidad científica sería a renunciar a algunas de las formas más útiles e importantes de aproximación a la realidad; supondría amputar decisivamente la naturaleza humana y mutilar sin remedio la política democrática. *No ha de pedirse menos ciencia: se trata antes bien de más ciencia, pero ciencia responsable.* Que el desarrollo tecnológico configure la sociedad no es un destino ineluctable; por el contrario, la sociedad puede y debe configurar el desarrollo tecnológico. Sólo la vía de la *responsabilización de los trabajadores y trabajadoras de la ciencia, junto con el control social democrático sobre la ciencia y la tecnología,* pueden impedir que el desarrollo tecnológico aparezca como un proceso autónomo e irresistible. Y esta autodeterminación social sobre lo que debe y no debe hacerse es irrenunciable.

La cuestión de la democracia

Los "tecnoentusiastas" reprochan a veces a los "tecnocríticos" que, al criticar decisiones tomadas de acuerdo con los procedimientos formales previstos, están socavando la democracia representativa. Por ejemplo, en el *Libro verde de la biotecnología en agricultura* que recientemente publicó SEBIOT (la Sociedad Española de Biotecnología creada en 1989) se lee: "Deben respetarse las decisiones tomadas por las autoridades competentes. (...) Mecanismos reglamentarios existen en Europa, y muy rigurosos, para garantizar la seguridad de estos desarrollos y que la sociedad pueda acceder a sus beneficios. Dichos mecanismos reglamentarios son perfectibles, pero su cuestionamiento crea dudas acerca de un sistema democráticamente establecido" ^{lviii}.

Mucho nos tememos que lo que amenaza la democracia representativa no son las cautelas de los "tecnocríticos", sino más bien las presiones de poderes económicos que quieren imponer sus intereses a toda costa. Un episodio tremendamente significativo lo ilustra: se trata de la historia de la aprobación del maíz transgénico de Novartis en la Unión Europea.

Después de la soja transgénica de Monsanto, el segundo cultivo transgénico que desde 1996 está llegando a Europa procedente de EE.UU. es el maíz desarrollado por Novartis (la empresa resultado de la fusión de Ciba-Geigy y Sandoz). Mediante manipulación genética se le han conferido diversas características, como la resistencia al herbicida *Basta* -que produce otra multinacional, Hoechst- y la capacidad de producir la toxina Bt -del *Bacillus thuringiensis*- para combatir el taladro y otros insectos. Se le ha insertado igualmente un gen marcador de resistencia a un antibiótico (la ampicilina). La Comisión Europea aprobó en 1997 la comercialización de este maíz

transgénico (Decisión 97/99/CEE), *contra la opinión de trece de los quince estados miembros, representados por sus ministros de medio ambiente.*

Pues bien: la cosa no quedó aquí. El Parlamento Europeo, en una importante resolución sobre el maíz modificado genéticamente del 8 de abril de 1997, ha condenado en términos muy duros lo irregular del proceso de aprobación, y la falta de responsabilidad de la Comisión, que " de forma unilateral adoptó la decisión de autorizar la comercialización de maíz OMG, pese a las posiciones negativas de la mayoría de los Estados miembros y del Parlamento Europeo" . En su Resolución el Parlamento pide que se suspenda la autorización y se reabra el procedimiento de autorización; lamenta " que las consideraciones comerciales hayan dominado hasta ahora de forma tan evidente el proceso de decisión" ; lamenta igualmente " que de conformidad con las normas en vigor de la Organización Mundial de Comercio sean los países importadores quienes deban mostrar la nocividad de un producto y no sea el exportador quien deba demostrar su inocuidad, lo que pone de manifiesto que las consideraciones de orden comercial prevalecen en las decisiones que se toman" ; pide a la Comisión " que se hagan públicos los análisis científicos completos de los tres comités científicos que han guiado su decisión y los nombres de los expertos consultados"; y " lamenta en especial que la Comisión no haya tenido suficientemente en cuenta el principio de precaución con respecto a la salud de los consumidores, la protección del medio ambiente y las preocupaciones de los productores; lamenta, asimismo, la falta de una información clara y precisa en lo concerniente a las razones por las que la Comisión ha tomado una decisión que tiene tales implicaciones para cada uno de los ciudadanos de la UE" . La Resolución del Parlamento Europeo denuncia, entre otros considerandos, que:

- " A. (...) la comisión adoptó su decisión a pesar de que una amplia mayoría de los estados miembros (13 de 15) se oponía a la comercialización de esta clase de maíz;
- B. (...) el acta de los debates de la Comisión del 18 de diciembre de 1996 revela pruebas alarmantes de que se tuvieron más en cuenta las presiones económicas y comerciales que las consideraciones de la salud pública y la protección del medio ambiente;
- C. (...) reina una considerable preocupación entre los consumidores en lo relativo a los productos genéticamente modificados; (...) la confianza del consumidor ya ha resultado mermada por la crisis de la encefalopatía espongiforme bovina {crisis de las vacas locas} ;
- E. (...) persisten serias dudas acerca de la inocuidad del maíz modificado genéticamente cuya comercialización se autoriza;
- F. (...) existen otras pruebas científicas que no parecen haber sido tenidas en cuenta por la Comisión ni sus asesores;
- G. (...) en la actualidad no existen estudios detallados sobre los efectos a largo plazo de las manipulaciones genéticas;
- H. (...) la importación de maíz transgénico pone a los agricultores europeos en una posición competitiva particularmente desfavorable y los obliga a recurrir a semillas a base de organismos modificados genéticamente (OMG);
- I. (...) la utilización a gran escala de las toxinas Bt plantea preocupaciones relativas al medio ambiente;

- J. (...) la resistencia del maíz a los plaguicidas podría tener como consecuencia a largo plazo una intensificación en la utilización de los propios plaguicidas."

A todas estas preocupaciones no han dado respuesta suficiente ni la Comisión Europea ni las autoridades nacionales (pensamos particularmente en el Ministerio de Medio Ambiente y en el de Agricultura, Pesca y Alimentación). Incluso si desde un punto de vista técnico y científico la autorización de la Comisión fuese irreprochable (lo cual está lejos de ser el caso, en nuestra opinión), la resolución del Parlamento Europeo ha creado un hecho político nuevo que sería una gravísima irresponsabilidad pasar por alto, pues ello contribuirá a la deslegitimación de las instituciones políticas europeas y al descrédito de la misma idea de la construcción europea entre los ciudadanos y ciudadanas. *La resolución del Parlamento Europeo fue aprobada prácticamente por unanimidad (407 votos a favor, 2 en contra y 17 abstenciones)*. No representa una opinión marginal o extravagante, sino el juicio de los representantes democráticamente elegidos de los ciudadanos y ciudadanas europeas, emitido después de un prolongado y concienzudo debate sobre una cuestión complicada. Insistimos en la práctica unanimidad de la votación, llamativa por lo extraordinaria: todos los grupos políticos están de acuerdo en solicitar a la Comisión que revise su poco afortunada decisión.

Pese a ello, la Comisión anunció el mismo día 9 de abril de 1997 que no daría marcha atrás, asumiendo el gravísimo coste de deslegitimación de la democracia representativa que ello implica. *Los intereses de las transnacionales cuentan más que las decisiones unánimes de los representantes democráticamente electos de los ciudadanos y ciudadanas europeos*. Ante casos como éste -y por desgracia no se trata de un caso aislado-, se hace difícil resistirse a la conclusión de que *asistimos a una creciente oligarquización de la política, degradación de la democracia representativa, y en definitiva quiebra del principio democrático*.

Más recientemente, una historia similar se ha repetido. En marzo de 1998, se autorizó en la Unión Europea la comercialización de cuatro nuevos cultivos transgénicos (tres maíces de Novartis, AgrEvo y Monsanto respectivamente, y una colza de AgrEvo) contra la opinión unánime de la Comisión de Medio Ambiente del Parlamento Europeo. Las modificaciones inducidas en estos cultivos (resistencia a herbicidas, expresión de la toxina Bt y/o resistencia a antibióticos) hacen recomendable su prohibición, por las razones que ya expusimos anteriormente.

¿Quién decide?

¿Quién ha de decidir sobre lo que comeremos o no los europeos en el futuro? Por desgracia, la respuesta no parece que vaya a ser: "los propios ciudadanos y ciudadanas, a través de los cauces de participación democrática"; ni siquiera "los consumidores y consumidoras, a través de sus elecciones de compra libres y bien informadas". La respuesta es más

bien: " las transnacionales de la agroindustria, de acuerdo con sus intereses comerciales que prevalecen sobre los demás intereses en juego" .

Por otra parte, los ciudadanos y ciudadanas tienen una opinión definida sobre el empleo de productos transgénicos en alimentación: una opinión negativa. En Alemania el 95% de los consumidores rechazan los alimentos transgénicos, y la mayoría de los ganaderos rechazan los piensos transgénicos. En el Reino Unido, en una encuesta de MORI en 1998, el 77% de los entrevistados exigen la prohibición de los cultivos y alimentos transgénicos^{lix}. Encuestas realizadas en EE.UU. y Noruega revelan igualmente amplias mayorías en contra de los alimentos transgénicos. Una encuesta realizada en todos los países de la Unión Europea en octubre y noviembre de 1996 arrojaba, entre otros, los resultados siguientes^{lix}:

- El 74% de las y los encuestados querían que los alimentos transgénicos se etiquetaran claramente como tales.
- El 60% pensaba que no deberían aplicarse manipulaciones genéticas a los animales de granja.
- El 53% estimaba que la normativa actual no bastaba para proteger a la gente de posibles daños causados por los alimentos transgénicos. No se confiaba ni en las empresas ni en los gobiernos como fuentes de información fiable, y por el contrario había más confianza en los médicos y en los grupos de defensa de los animales.

En España, cuando nos investigan demoscópicamente, manifestamos una actitud en general muy favorable a la ciencia y la tecnología. Interrogados más concretamente sobre la ingeniería genética en el estudio IESA de 1990, el 66'6% de los encuestados estaba de acuerdo en emplear estas nuevas técnicas de ADN recombinante para desarrollar nuevas terapias génicas, y el 96'2% para que pudieran evitarse enfermedades hereditarias. Es decir, la aplicación de técnicas biomédicas de manipulación genética para mejorar la salud humana recibe una amplia aprobación social. Pero cuando se habla de productos alimenticios para el consumo se invierte esta actitud favorable: en el mismo estudio (IESA 1990), el 76'1% de los encuestados no está de acuerdo en que la ingeniería genética se emplee para acelerar el engorde del ganado, y el 72'1% se oponen a que se aplique para obtener peces más grandes para el consumo humano^{lxi}. *Con el solapado proceso de introducción de organismos transgénicos en la alimentación humana al que asistimos en los últimos tiempos se están violentando las voluntades y las conciencias de ciudadanos y ciudadanas. Sólo la segregación de los productos transgénicos, y un etiquetado distintivo claro, permitirían vigilar de cerca los riesgos y que los consumidores y consumidoras mostraran sus preferencias en el mercado; sólo estas dos condiciones son compatibles con una política democrática. Y ninguna de las dos se aplica en la Unión Europea de 1999.*

La imposición de hechos consumados

A menudo se evoca la necesidad de promover un amplio debate social acerca de los alimentos recombinantes, y otras cuestiones relacionadas con la manipulación genética. Es un propósito loable que compartimos desde el movimiento ecologista y las organizaciones sindicales; pero *se convierte en una sangrante tomadura de pelo si ya se han adoptado -sin participación democrática- las decisiones que introducen estos alimentos en nuestros mercados, nuestras cocinas y nuestros estómagos. Y precisamente eso es lo que está sucediendo hoy.* No hay interés del Gobierno español ni de la Administración Pública en un debate social plural, objetivo y riguroso: parten de la premisa de que la rápida comercialización de productos transgénicos es inexorable (fatalismo tecnológico detrás del cual asoma el poder de las transnacionales agroquímicas), y el objetivo entonces es cambiar las actitudes de la gente para que trague. A esto se le llama, en la lengua del imperio, *public relations work*.

Venga el debate serio, profundo, riguroso, sin prisas, y al final del debate voten en referéndum todos los ciudadanos y ciudadanas. Como se hizo -por ejemplo- en Suiza el 7 de junio de 1998: un referéndum por iniciativa popular sometió a consulta pública una modificación de la Constitución que prohibía las patentes sobre la vida, la producción de animales transgénicos y la diseminación de OMGs en el medio ambiente. Algo así es por desgracia impensable en España -y en muchos otros países.

Pero pospónganse hasta después del debate las decisiones, o se estará aplicando con cinismo *la dictadura de los hechos consumados*. Si no se acepta que el debate sobre las opciones tecnológicas debe preceder a la implantación de las tecnologías, paso que en las sociedades industriales modernas y para tecnologías como las que están en discusión es luego prácticamente irreversible, no se está obrando de buena fe. Y demasiadas grandes opciones tecnológicas ya han mostrado, en el pasado reciente, su potencial de catástrofe como para permitirnos ninguna ingenuidad a este respecto: bastará seguramente con evocar las tecnologías de generación nuclear de electricidad o la agricultura espurreadora de biocidas. La OMS acaba de poner en marcha una investigación internacional para estudiar la relación entre la utilización de teléfonos móviles y el aumento de los tumores cerebrales, pero *-otra vez- la investigación y el debate se hacen cuando ya se han tomado opciones tecnológicas irreversibles (o casi)*. Sería deseable que, al menos por una vez, en el caso de los alimentos recombinantes las autoridades españolas y de la UE obraran de verdad de acuerdo con el principio de precaución para que no pueda ocurrir ninguna nueva crisis de las "vacas locas" ni ningún Chernobil biotecnológico. No lo decimos animados por ninguna intención anticientífica, sino exactamente al contrario: queremos más ciencia -pero también mejor ciencia, ciencia con conciencia que no puede ser sino ciencia con prudencia... y sobre todo *más democracia, también para decidir sobre las políticas científicas y tecnológicas*.

No cabe llamarse a engaño sobre las condiciones en que se está realizando el debate sobre las nuevas biotecnologías: una fenomenal desproporción entre el poder de las grandes transnacionales, como Monsanto o Novartis, y la mucho más limitada capacidad de influencia de sus oponentes vicia el resultado de este debate. Esta desproporción se evidenció, por ejemplo, cuando en septiembre de 1998 *la totalidad de la edición de la revista (decano mundial de la prensa ecologista) The Ecologist, 14.000 ejemplares de un número dedicado a las biotecnologías donde se criticaba a Monsanto, fue destruida por la imprenta que llevaba 29 años imprimiendo la revista sin el menor incidente, ante el temor de problemas con la multinacional*^{lxii}. O cuando en febrero de 1997 la emisión del programa de televisión que los periodistas estadounidenses Steve Wilson y Jane Akre habían preparado sobre la controvertida hormona bovina fue suprimida en el último momento, después de que la compañía productora (Fox TV) hubiera recibido cartas de Monsanto anunciando “terribles consecuencias” si se emitía (después, los abogados de la Fox ofrecieron dinero a los dos periodistas si abandonaban la emisora y guardaban silencio sobre lo sucedido, a lo que estos se negaron)^{lxiii}. Y de este tipo de episodios pueden darse muchos más ejemplos...^{lxiv}

La única forma de asegurar que las innovaciones tecnológicas sirvan a propósitos útiles es incorporar la participación activa de la sociedad a todas las fases del proceso de innovación tecnológica. La *democratización del sistema ciencia/ tecnología* es una reivindicación irrenunciable, que se torna aún más urgente a medida que el potencial de impacto social y ambiental de tal sistema aumenta sin cesar.

OCHO FORMAS EN QUE LA BIOTECNOLOGÍA DE LAS MULTINACIONALES ESTÁ DAÑANDO LA DEMOCRACIA: RESUMEN

EROSIONES Y DAÑOS	EJEMPLOS Y EPISODIOS relatados en otros lugares de este texto
1. Decisiones impuestas contra resoluciones de las instituciones de representación democrática	Aprobación (por la Comisión Europea) del maíz transgénico de Novartis contra la resolución del Parlamento Europeo y contra la opinión de 13 de los 15 estados miembros, representados por sus ministros de medio ambiente.
2. Censura y atentados contra la libertad de expresión	<ul style="list-style-type: none"> · Destrucción del número monográfico de <i>The Ecologist</i> titulado <i>The Monsanto Files</i> (septiembre-octubre de 1998). · Censura del programa de televisión de los periodistas Steve Wilson y Jane Akre en Florida, por presiones de Monsanto, en 1997
3. Distorsión de la ciencia y ocultamiento de datos clave	<ul style="list-style-type: none"> · Aprobación de la somatotropina bovina recombinante en EE.UU. (1993) · Las patatas transgénicas de Dr. Arpad Pustzai en el Reino Unido (1998).
4. Rechazo de la participación democrática	<ul style="list-style-type: none"> · Política de bioseguridad en España (rechazo de que expertos designados por grupos sociales afectados formen parte de la Comisión Nacional de Bioseguridad) · “Tecnocracia” en lugar de mecanismos de participación en las grandes decisiones sobre ciencia y tecnología, en la mayoría de los países
5. Desprecio por la opinión pública	Política sobre alimentos transgénicos en la Unión Europea (impuestos contra la opinión mayoritaria de los ciudadanos y ciudadanas)
6. Privatización de los recursos naturales y acumulación de poder privado exento de control democrático	Patentes sobre la vida
7. Confusión entre los poderes públicos y las burocracias empresariales	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Revolving doors</i> (puertas giratorias) que conectan al personal directivo de la Administración y de las transnacionales, en EE.UU. y Europa. ¡Los zorros como guardianes del gallinero!^{lxv} · Un caso concreto: Lord Sainsbury, el subsecretario de Ciencia en el gobierno británico de Tony Blair y ardiente defensor de los alimentos transgénicos, es propietario de la patente de un gen clave en la manipulación genética de alimentos.^{lxvi}
8. Desprecio por la “soberanía del consumidor”	Política de etiquetado de productos transgénicos en EE.UU. y Europa

Herramientas de participación democrática en las decisiones sobre CyT

A menudo se expresan dudas sobre la idoneidad de los referendos para decidir sobre cuestiones científicas complejas. Pero estos no son la única herramienta disponible para la participación democrática, ni mucho menos. El rechazo de la "democracia plebiscitaria" está argumentado por los defensores de la "democracia" elitista hasta la saciedad: no todos los argumentos carecen de peso. Es verdad que no todas las mayorías sociales son ilustradas ni progresistas; que hay problemas políticos y económicos lo bastante intrincados como para que la opción entre el *sí* y el *no* sea insuficiente; que la protección de las minorías y sus derechos no halla lugar en un modelo plebiscitario. Seguramente estas sombras no logran eclipsar las luces de un modelo democrático en el que la *iniciativa legislativa popular* y el *referendum de iniciativa popular* ocupasen un lugar cualitativamente distinto al que ocupan en la mayoría de las democracias representativas. Pero incluso si no se acepta lo anterior, existe una variante más limitada de estas formas de democracia directa libre de casi todos aquellos defectos "plebiscitarios": *el veto mayoritario por iniciativa popular*, vale decir, la posibilidad de anular cualquier ley o decisión parlamentaria que choque contra la voluntad de la mayoría de los ciudadanos. Para la clase dominante, sin duda una pesadilla de "ingobernabilidad"; para la sustancia democrática de nuevas sociedades, una mejora gigantesca. No es más que un ejemplo.

Aquí va otro, todavía más importante en relación con la cuestión de las biotecnologías. Las telecomunicaciones podrían contribuir a profundizar la democracia merced a instituciones participativas como el *minipopulus* que ha sugerido Robert Dahl^{lxvii}. Un *minipopulus* sería un comité de unos mil ciudadanos y ciudadanas elegidos al azar, conectados mediante telecomunicaciones y asesorados por expertos y estudiosos, cuya tarea consistiría en deliberar durante cierto tiempo (seis meses, un año) sobre una cuestión en particular de importancia para la comunidad. No sustituiría a las instituciones representativas, sino que las complementaría. Los juicios del *minipopulus* representarían a los de la ciudadanía de una comunidad democrática: su veredicto sería el de la comunidad de ciudadanos y ciudadanas, si ésta estuviese en condiciones de aprovechar los mejores conocimientos disponibles para resolver qué políticas pueden con más probabilidad llevarlo hacia los fines que persigue.

Esta idea se ha materializado en experiencias ejemplares en algunos países. Los anglosajones lo llaman *consensus conferences*^{lxviii}: un grupo no demasiado extenso de ciudadanos y ciudadanas escogidos al azar (cuidando su representatividad) reciben durante cierto tiempo información básica sobre una cuestión políticamente relevante (por ejemplo, la manipulación genética). Luego se reúnen en un seminario de tres días: en el primero oyen el testimonio de expertos a favor y en contra de la actividad que se debate, en el segundo interrogan a los expertos (y hacen que estos se interroguen entre sí), y en el tercero deliberan y elaboran un informe final

de conclusiones. En países de mayor sustancia democrática que el nuestro, como Dinamarca, se han celebrado más de cuarenta de estas “ conferencias de consenso” en los últimos diez años, organizadas por el Departamento de Tecnología de Dinamarca (se celebraron, por ejemplo, conferencias sobre biotecnología agrícola e industrial en 1987, sobre irradiación de productos alimenticios en 1989 y sobre manipulación genética de animales en 1992). En nuestro país, en Euskadi, por ejemplo, se ha practicado este modelo, rebautizado como Núcleos de Intervención Participativa (NIP): por ejemplo, en 1993 un NIP de cincuenta vecinos de Astigarraga decidió la ubicación y características del polideportivo de su pueblo ^{lxxix}. En Noruega, una “conferencia de consenso” sobre ingeniería genética que concluyó en noviembre de 1996 hizo que el gobierno prohibiese los cultivos transgénicos, por los potenciales riesgos y lo innecesario de tales cosechas^{lxxx}. Y en Francia, una conferencia similar -celebrada en la Asamblea Nacional en junio de 1998- hizo recomendaciones de gran prudencia, entre ellas una moratoria de dos años para el cultivo de la colza transgénica y el rechazo de los cultivos transgénicos con genes de resistencia a los antibióticos^{lxxxi}.

Relevancia de la argumentación de tipo socioeconómico, sociopolítico y ético en el debate sobre las biotecnologías

Los defensores a ultranza de las nuevas biotecnologías se quejan de que los críticos argumentan a menudo sobre las técnicas biológicas empleadas, cuando en realidad lo que desean es combatir el sistema (neo)capitalista y el poderío de las multinacionales. Se llega a decir que no es ético criticar la tecnología para atacar a ese sistema ^{lxxii}. De esta objeción hay un elemento metodológico que sí conviene atender: hay que distinguir bien los planos de nuestras argumentaciones, para que nos entiendan bien y para entendernos bien a nosotros mismos.

Ahora bien: hay un interés claro por parte de los defensores del actual orden económico-social en mantener el debate sobre biotecnologías en un terreno lo más asépticamente “ técnico” que sea posible (terreno de juego donde sólo se permite jugar a los “ técnicos” , en el segundo movimiento de la antidemocrática maniobra). Pero esto es inaceptable, porque *las grandes opciones tecnológicas son asuntos que afectan a toda la sociedad*. Hoy, a nuestro entender, no es posible hablar de biotecnologías sin hablar al mismo tiempo de capitalismo. Así lo entienden también los científicos que llaman pan al pan y al vino vino, como el catedrático de Princeton Lee M. Silver:

“ A lo largo de este libro examinaré las muchas objeciones que se han presentado al uso de esta tecnología. En algunos casos atribuiré la oposición a los temores conscientes o subconscientes de entrar en el *dominio de dios*. Pero en todos los casos sostendré que el uso de las tecnologías reprogenéticas {combinación de las tecnologías actuales en biología reproductiva y genética molecular} es inevitable. No será

controlado por gobiernos, ni sociedades, ni siquiera por los científicos que las crearon. (...) Para lo bueno y para lo malo se abre una nueva era. *Y nos guste o no, el mercado mundial reinará por encima de todas las cosas*^{19xiii} (el subrayado es nuestro).

¡Por lo menos, y también por higiene metodológica, conviene no confundir supuestos "imperativos tecnológicos" con el poder de la clase dominante en un capitalismo mundializado!

Las tecnologías del ADN recombinante tienen el potencial de configurar nuestro mundo (tanto el mundo social como el natural). Es una *tecnología socialmente definidora* en el sentido de que puede dar forma nueva a algunas relaciones sociales básicas, particularmente la relación de la ciencia con la tecnología y en general de la "sociedad" con la "naturaleza". No hay que engañarse en este sentido: *la opción por una tecnología socialmente definidora frente a otras implica elegir una forma posible de vida frente a otras, optar por un tipo determinado de sociedad frente a otros*. No se trata de una decisión intrascendente ni desprovista de implicaciones morales, sino todo lo contrario. Desde luego, *hay que evitar satanizar tecnologías como las del ADN recombinante; pero también hay que decir que no se puede hablar de tales tecnologías sin hablar de capitalismo*.

A finales del siglo XX, no parece adecuada la concepción tradicional según la cual "la ciencia y la tecnología no son ni buenas ni malas; todo depende del uso que se haga de ellas". Podían situarse la "ciencia pura" y la "investigación básica" en alguna lejana esfera de verdad, más allá de toda consideración práctica y moral, sólo en la medida en que ciencia -teórica- y técnicas -aplicadas- se mantuviesen nitidamente separadas. Pero esta separación se esfuma con rapidez a medida que se desarrollan la ciencia y la tecnología modernas a partir del siglo XVI, entreveradas de forma cada vez más estrecha. *Desde el momento en que la ciencia moderna, con su característica fusión de teoría y práctica, se convierte en tecnociencia, y como tal encierra la potencialidad de alterar masivamente la realidad en plazos muy breves, no puede pretenderse su neutralidad ética*. El neologismo *tecnociencia* resulta necesario porque lo que está en juego no es simplemente una técnica de base científica, sino algo que va mucho más allá: la nueva ciencia es en su misma esencia tecnológica (está orientada a la manipulación técnica de la realidad), y la técnica moderna se desarrolla entrelazada estrechamente con las ciencias naturales. "A lo largo de los dos últimos siglos, la técnica siempre ha sido la condición y consecuencia de las ciencias de la naturaleza", escribió Werner Heisenberg. Lo que desaparece del horizonte en este contexto es el ideal clásico de la ciencia como actividad teórico-contemplativa pura y desinteresada.

Después de Hiroshima, el "padre" de la bomba atómica Robert Oppenheimer dijo: el científico ha trabado conocimiento con el pecado. La manipulación genética es otro ámbito científico donde la pretensión de situarse "más allá del bien y del mal" no es de recibo. Por eso, además de discutir caso por caso la nueva variedad de tomate transgénico, o los riesgos ambientales del último tipo de bacteria recombinante, tenemos que plantearnos las opciones sociopolíticas, económicas y éticas más amplias.

¿Politización de la ciencia y la tecnología?

Aunque a alguna gente no le guste lo que considerarán "politización" de la ciencia y la tecnología, *son los mismos desarrollos tecnocientíficos los que ponen en juego la misma estructura y el destino de la polis democrática en la que queremos vivir*. Lo que está en juego es dinero -muchísimo dinero- y poder -muchísimo poder-, sobre todo en lo que se refiere a las aplicaciones agropecuarias. Entre el 40% y el 45% de todos los procesos productivos se basan hoy en materiales biológicos: las luchas actuales alrededor de la manipulación genética y la patentabilidad de seres vivos y material biológico pueden entenderse, esencialmente, como el envite que un puñado de poderosas transnacionales han lanzado para poner bajo su control esta enorme tajada de mercados y procesos productivos, desactivando o esquivando las regulaciones legales estrictas y las posibilidades de elección libre por parte de los consumidores; y la respuesta social que se organiza frente a esta pretensión.

La cuestión política de fondo es: *¿quién controlará la biodiversidad, las fuerzas de la vida, y en beneficio de quién?*^{xxiv} Hoy por hoy, los campesinos y las comunidades locales, que son históricamente los creadores de la biodiversidad agrícola, están de hecho excluidos de las decisiones sobre biodiversidad, comercio mundial o protección de la propiedad intelectual. El combate político de fondo es el que hoy se desarrolla a favor o en contra de la *creciente privatización de la vida y los procesos vitales*.

Para expresarlo con toda claridad: un mundo sin biotecnología sería peor. Pero sería mejor un mundo sin esos enormes y opacos centros de poder no sometido a control democrático que son las transnacionales autodenominadas de "ciencias de la vida", cuyos intereses de lucro no coinciden con los intereses de la mayoría de quienes habitamos este planeta. Crecientemente, las biotecnologías están bajo su control.

El PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) ha publicado informes que sugieren que, si tiene éxito el desarrollo de las nuevas biotecnologías bajo control de las megacorporaciones, en el futuro los países del Sur tendrán que hacer frente a pagos por *royalties* y derechos de patente a estas transnacionales del Norte *que superarán los exorbitantes e injustos pagos por la deuda externa que están realizando hoy*^{xxv}. La generalización de las patentes sobre la vida y del uso de las nuevas biotecnologías en la agricultura *incrementará el poder político y económico de las transnacionales a expensas de los estados nacionales y de la sociedad civil*, tanto en el Norte como en el Sur del planeta. Incluso si realmente no hubiese graves problemas de bioseguridad, peligros para los ecosistemas o riesgos para la salud humana -lo cual está muy lejos de ser el caso-, el hecho de que media docena de multinacionales puedan llegar a controlar el 90% de la alimentación mundial ¿no debería ser objeto de la máxima preocupación? En este contexto, hablar -como hace Greenpeace- de una "refeudalización del mundo" o de una "nueva época feudal" no es exagerado.

La idea de que la salvación del medio ambiente y el fin del hambre en el mundo va a ser el resultado de los esfuerzos de media docena de transnacionales agroquímicas por mejorar su margen de beneficio y su cuota de mercado es sencillamente grotesca: un insulto para la inteligencia de la gente. Daría risa si no fuera también un poco tétrica. *El problema no son las enzimas de restricción, el problema es Wall Street.* Así que el enfático " hemos comido, comemos y comeremos genes"^{lxvii} con que se pretende disipar inquietudes por supuesto es verdad (cada célula animal o vegetal contiene una copia del genoma del organismo del que procede), pero no viene al caso: lo que preocupa -o debería preocupar- a las asociaciones de consumidores, a los grupos ecologistas y a muchos científicos, así como a la gente en general, no es " comer genes" , sino que *el proceso de industrialización y mercantilización de la totalidad de la cadena alimentaria, guiado por la búsqueda del máximo beneficio para el capital, entraña riesgos cada vez mayores.*

¿Las biotecnologías como "yacimientos de empleo"?

Al examinar los efectos sobre el empleo de cualquier cambio tecnológico de importancia, no vale fijarse sólo en lo que se gana: hay que atender también a las posibles pérdidas de empleo inducidas por la nueva tecnología. Es decir, hay que investigar los *efectos netos* de creación/destrucción de empleo, o de lo contrario se estará haciendo trampa.

Eso es lo que hasta ahora han hecho los " tecnoentusiastas" : jamás se preguntan por la segunda parte del balance -las posibles pérdidas de empleo asociadas con las nuevas biotecnologías -. Por no poner sino un ejemplo: como observa el sindicalista alemán Jochen Ziegler, del sindicato de hostelería y alimentación (*Nahrung-Genuss-Gaststätten*, en la central unitaria DGB), los productos de panadería menos perecederos gracias a enzimas fabricadas por ingeniería genética conducirán, según la lógica económica de nuestro sistema, a una reducción del número de panaderías y por tanto a la pérdida de empleos.

Vamos a intentar una consideración más sistemática en relación con el sector agropecuario, que es donde se acumulan las aplicaciones social y moralmente más cuestionables, y donde se anuncian cambios más importantes para el futuro próximo. Según estudios de la OCDE, a mediados de los noventa las aplicaciones agroalimentarias sólo suponían el 7% del mercado de la industria biotecnológica (frente al 72% de las aplicaciones biomédicas): pero son precisamente las primeras las que las transnacionales del sector están impulsando con enorme fuerza en los últimos años.

Para los países del Sur, estimaciones de la OIT sugieren *pérdidas de hasta el 50% del empleo en los sectores afectados por la introducción de las nuevas biotecnologías*^{lxviii}. La actual reestructuración del mercado mundial del azúcar y los edulcorantes -en perjuicio de los países del Sur productores de caña de azúcar - no es sino un anticipo de lo que puede suceder pronto

con otros productos básicos para las economías de muchos países tropicales y subtropicales: semillas oleaginosas, cacao, vainilla...

En cuanto a los estados del Norte donde se concentran las capacidades de investigación y producción, un estudio de I Instituto Battelle sobre EE.UU. llegaba a la conclusión de que, aunque a corto plazo puedan crearse nuevos puestos de trabajo, *los efectos netos en términos de empleo a medio y largo plazo no son positivos, ni siquiera bajo supuestos de rápido crecimiento del sector* (cuyos métodos se prestan enormemente a la automatización y racionalización que hace prescindible el trabajo humano)^{lxxviii}. En cualquier caso, en 1996 las aproximadamente 1300 empresas que trabajan en EEUU en el campo de la ingeniería genética dan empleo a 115.000 personas: *menos del uno por mil de los empleos de ese país*. El porcentaje en la UE (con unas 500 empresas) es todavía menor.

La aplicación de las nuevas biotecnologías al sector agropecuario la presentan los "tecnóentusiastas" como una nueva "revolución verde"^{lxxix}, que profundizará los logros -reales o supuestos- de la anterior "revolución verde" con la que se industrializó la agricultura en casi todo el planeta. Pues bien: *lo que en términos de empleo supuso la "revolución verde" fue una destrucción masiva de puestos de trabajo en el sector agropecuario, y la expulsión de millones de trabajadores desde el campo a las ciudades. Este proceso no puede sino acelerarse con la introducción de las nuevas biotecnologías.*

Este razonamiento tiene una importancia especial en relación con el campo español. Diversos análisis han mostrado que *el elevadísimo nivel de paro estructural en España tiene que ver más con la rápida expulsión de agricultores del campo que con una supuesta "incapacidad de creación de empleo" de la economía española en general*. Más en concreto, entre 1985 y 1995 se crearon 2'2 millones de empleos netos en los sectores no agrícolas; pero este incremento no pudo compensar el millón de empleos que se perdieron en estos mismos sectores no agrícolas, y sobre todo los 2'7 millones de empleos perdidos en la agricultura entre 1975 y 1995. Si la disminución de empleo en la agricultura española hubiera seguido una pauta similar a la de Francia, la tasa de desocupados en España en 1992 habría sido del 8'2%, inferior a la media europea de aquel año, que fue del 9'5% (la generación de empleo en los sectores no agrícolas se asemeja mucho al patrón europeo).^{lxxx}

Pues bien: la aplicación de las nuevas biotecnologías al sector agropecuario no puede sino consolidar el cuestionable modelo "agroindustrial" que se viene esbozando en las últimas décadas, y que se caracteriza, además de por su insustentabilidad ecológica, por esos efectos tan negativos en términos de empleo. Como por otro lado no cabe esperar que el sector biotecnológico en sí mismo sea ningún gran "yacimientos de empleo", y no lo será en nuestro país (los empleos del sector se localizan sobre todo en EE.UU.), nuestra conclusión es que *los efectos netos en términos de empleo de la aplicación de las nuevas biotecnologías al sector agropecuario serán negativos.*

Más vale prevenir que curar: el principio de precaución

El primer punto del " programa biotecnológico" de CC.OO. aprobado por la Ejecutiva Confederal el 18 de noviembre de 1997 exige la " aplicación estricta del *principio de precaución* a la ingeniería genética (tanto en investigación como en aplicaciones comerciales): toda sustancia, proceso o producto tendrá que demostrar su inocuidad y compatibilidad (incluyendo el largo plazo) con la salud pública y la calidad del medio ambiente antes de permitirse su producción." Aunque de unos años a esta parte todo el mundo invoca retóricamente el principio de precaución, hay grandes diferencias en cuanto a lo que puede significar en la práctica, y en particular en el terreno de la manipulación genética.

El principio de precaución viene a decir que " es mejor prevenir que curar" : los problemas ecológicos y sanitarios -sobre todo los problemas graves- hay que preverlos de antemano e impedir que lleguen a producirse, ya que muchos de ellos pueden ser irreparables *a posteriori* (en el ámbito ecológico nos encontramos muchas veces con fenómenos de *irreversibilidad*). Cuando se avistan problemas graves en el horizonte, no es razonable esperar a saberlo todo para actuar. La esencia del principio estriba en la *necesidad de actuar anticipándose a los problemas incluso en ausencia de una prueba concluyente del daño*, sobre todo si hay incertidumbre científica sobre los nexos causales en juego. Argumentar que "si usted no puede demostrármelo científicamente con total certeza, entonces yo estoy científicamente legitimado para no hacerle caso alguno" es un sofisma inaceptable. Ramón Folch ha señalado que el diagnóstico médico más preciso es el que emana de la autopsia: pero seguramente el interesado habría preferido un diagnóstico a medias y una terapia a tiempo. ^{lxxxix} Tal y como aseveraban los expertos firmantes de la Declaración de Wingspread,

" Es necesario aplicar el *principio de precaución*: cuando una actividad amenace con daños para la salud humana o el medio ambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando no haya sido científicamente determinada en su totalidad la posible relación de causa y efecto. En este contexto, a quien propone una actividad le corresponde la carga de la prueba, y no a la gente. El proceso de aplicación del principio de precaución debe ser transparente, democrático y con obligación de informar, y debe incluir a todas las partes potencialmente afectadas. También debe involucrar un examen de la gama completa de alternativas, incluyendo la no acción." ^{lxxxii}

El principio de precaución se formuló por vez primera en la Conferencia de las NN.UU. sobre el Medio Humano celebrada en Estocolmo en 1972; se incorporó en los setenta a la legislación ambiental germánico-occidental (*Vorsorgeprinzip*); fue aplicado internacionalmente por vez primera en la Primera Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte en 1984, y en la Convención de Viena sobre la protección de la capa de ozono en 1985; y ha sido recogido como uno de los principios rectores claves de la política ambiental de la Unión Europea y de sus estados miembros en numerosos textos legales del máximo rango, entre otros en esa especie de

“ Constitución europea” que es el Tratado de Maastricht: “ La política de la Comunidad en el ámbito del medio ambiente tendrá como objetivo alcanzar un nivel de protección elevado, teniendo presente la diversidad de situaciones existentes en las diferentes regiones de la Comunidad. Se basará en los principios de precaución y de acción preventiva, en el principio de corrección de los atentados al medio ambiente preferentemente en la fuente misma, y en el principio de que quien contamina paga. Las exigencias de la protección del medio ambiente deberán integrarse en la definición y en la realización de las demás políticas de la Comunidad” (artículo 130.2 del Tratado de Maastricht).^{lxxxiii}

Allí donde existan amenazas de daños graves e irreversibles, la falta de certeza científica completa no debe usarse como razón para atenuar los controles o postergar las medidas que impidan la degradación del medio ambiente, sino que por el contrario se impone una actitud de vigilante y prudente anticipación que identifique y descarte de entrada las vías que podrían llevar a desenlaces catastróficos, aun cuando la probabilidad de estos parezca pequeña y las vías alternativas más difíciles u onerosas. En el terreno que aquí nos ocupa: toda sustancia, proceso o producto donde intervengan técnicas de manipulación genética *tiene que demostrar su inocuidad y su compatibilidad a largo plazo con la salud pública y el medio ambiente antes de aceptarse su producción*. Es cierto que los riesgos forman parte de la vida y que no puede pensarse en su eliminación completa: pero en cualquier caso deberían ser los expuestos a posibles daños quienes decidieran si aceptan o no tal exposición.

Se ha señalado que principio de precaución presupone y fomenta cinco “ virtudes” específicas:

- *Responsabilidad*: al iniciar una actividad nueva, recae sobre el iniciador la carga de la prueba de demostrar que no hay vía alternativa más segura para lograr lo que ha de lograrse.
- *Respeto*: en condiciones de riesgo grave, se impone la actuación preventiva para evitar daños, incluso si no existe una certidumbre científica total de las relaciones causa -efecto.
- *Prevención*: existe el deber de ingeniar medios que eviten los daños potenciales, más que de buscar controlarlos y “ gestionarlos” a posteriori.
- *Obligación de saber e informar*: existe el deber de comprender, investigar, informar y actuar sobre los potenciales impactos; no cabe escudarse en la ignorancia.
- *Obligación de compartir el poder*: democratización de la toma de decisiones en relación con la ciencia y la tecnología.^{lxxxiv}

La cultura clásica del riesgo defiende la libre empresa y la comercialización de productos sin trabas en tanto que la peligrosidad no haya sido probada. La nueva cultura del riesgo, fundada en el principio de precaución, invierte la proposición considerando que la prudencia se impone en tanto no se haya probado la inocuidad.^{lxxxv} Ante actividades que pueden plantear riesgos graves, la primera pregunta tendría que ser: pero ¿ *verdaderamente necesitamos* esta actividad, proceso, producto? ^{lxxxvi}

Consideremos un problema concreto. La diseminación de muchos OMGs *pone en tela de juicio la integridad del modelo de acuerdo con el cual se ha*

desarrollado toda la evolución biológica en nuestro planeta desde hace cientos de millones de años. Este modelo ha sido caracterizado por los biólogos como la continuidad de la divergencia en la evolución: la fuerza principal de la evolución ha sido el establecimiento gradual de diversos acervos génicos separados, y su puesta a prueba en relación con un medio ambiente en cambio continuo, sin permitir que esos acervos génicos previamente separados se reúnan de nuevo. En la evolución se manifiesta una tendencia inexorable hacia la diversidad, que da como resultado las diferentes especies, géneros, familias y otras categorías taxonómicas que constituyen el árbol evolutivo de la vida.

Ahora bien: si el modelo predominante en la evolución es la *continuidad de la divergencia entre acervos génicos separados*, parece que el principio de precaución exigirá que exploremos a fondo los motivos por los que en la naturaleza se mantienen infranqueables las fronteras genéticas entre especies distantes, antes de traspasar nosotros tales fronteras con la ligereza que hoy caracteriza a los experimentos de manipulación genética. Como se ha sugerido, hasta que no comprendamos mejor el alcance del intercambio genético entre especies con parentesco lejano en la naturaleza, *deberíamos considerar las "fronteras" evolutivas -áreas de intercambio genético relativamente limitado- como, por lo menos, indicadores relativos de zonas de peligro potencial para la transferencia azarosa de genes recombinantes entre especies.*^{lxxxvii} Por poner un ejemplo: las tecnologías del ADN recombinante son una poderosa herramienta para ayudar a la mejora genética clásica de las especies agrícolas, haciendo más sistemática, científica y rápida la transferencia de genes entre subespecies y variedades agrícolas^{lxxxviii} (sin traspasar la barrera de la especie); en cambio, antes de transferir genes de una bacteria al maíz, o genes humanos al cerdo, deberíamos pensar a fondo en lo que queremos hacer, y en si no hay vías alternativas menos arriesgadas y éticamente problemáticas para obtener los resultados que apetecemos.

Los tiempos y los ritmos

Se diría que *la precaución tiene que ver con el tiempo*: tiempo para pensar en lo que hacemos y evaluar las posibles consecuencias de nuestros actos. Tiempo para debatir a partir de información contrastada y de conocimientos sólidos. Tiempo para evaluar los riesgos. Un ritmo más pausado. Un grupo de científicos, en una carta publicada en la revista *Nature*, señalaban que "la claridad en las ideas es más importante que la eficacia, y la dirección de la investigación más importante que la velocidad que se le imprime."^{lxxxix} Por desgracia, parece que tales ideas son muy minoritarias, en un contexto hipercompetitivo en el que -cada vez más- la ciencia y la tecnología se ponen al servicio de los imperativos de valorización del capital. Para hacer visible la dinámica que mueve el desarrollo de la moderna biotecnología basta con visitar las páginas web de las empresas líderes del sector:

" Si quiere tener éxito, una compañía del sector de las ciencias de la vida ha de ser la primera en inventar y la primera en sacar al mercado un producto.

Monsanto está marcando el paso en la creación de más ideas, mejor y *más rápidamente*. El éxito se define hoy y en términos de creatividad y *velocidad*... El objetivo es *sacar al mercado un torrente de productos únicos y valiosos antes de que lo haga la competencia*. (...) El *mantenimiento de una ventaja competitiva* requiere un *constante desarrollo de nuevos productos*. Y han de ser *lanzados simultáneamente -y poderosamente- en múltiples mercados en todo el mundo*. Cualquier posición que no sea de primera o segunda marca en el mercado constituye una oportunidad perdida” ^{xc} [las cursivas son nuestras].

La rapidísima introducción de grandes avances tecnocientíficos a lo largo del siglo XX muestra pautas preocupantes. En efecto: cuando las nuevas herramientas tecnológicas parecen prometer recompensas sociales y -sobre todo- beneficios privados instantáneos, *se pasa de inmediato a la fase de aplicación masiva*, sin atender al hecho de que la ciencia, en el contexto sociopolítico actual, puede tener poco que decir sobre los efectos a medio y largo plazo de estas aplicaciones sobre la misma sociedad y sobre los ecosistemas. A la euforia inicial sucede luego un largo y a veces amargo despertar inducido por efectos secundarios, indirectos, de largo alcance... No hay más que pensar en los efectos a largo plazo de la fisión nuclear o los plaguicidas agrícolas para darnos cuenta de cómo los efectos totales -para bien y para mal- de estas aplicaciones de la tecnociencia van muchísimo más allá de los usos inmediatos para los que fueron concebidas, transformando y configurando la sociedad y la biosfera de manera muchas veces sorprendente y no siempre positiva. La lógica de la prudencia no casa bien con la lógica del lucro inmediato.

El desfase entre los avances tecnocientíficos y la evolución de la sociedad se agranda. Ciertos analistas señalan que, a partir de la ruptura tecnológica de los años sesenta, el desarrollo de la biología molecular y la explosión de la informática ha hecho saltar en pedazos la estabilidad general del sistema ciencia-técnica, tornando cada vez más difícil su control por parte de poderes públicos democráticos ^{xci}.

Se ha sugerido que *la crisis ecológica es sobre todo un asunto de velocidad y de globalización*. Un sistema se vuelve insostenible si (a) se acelera demasiado y no tiene tiempo de seleccionar las adaptaciones más viables; y (b) se globaliza demasiado, es decir, se vuelve incapaz de fracasar en algunas de sus partes sobreviviendo en otras, y se lo juega todo a una sola carta, por así decirlo ^{xcii}. Necesitamos *tiempo para reaccionar ante nuestros propios actos*: el principio de precaución, sin esta dimensión temporal, es sólo una expresión hueca.

Una tecnociencia fetichizada, en rapidísimo desarrollo, pasa a percibirse como el auténtico sujeto de la historia, mientras que los seres humanos rebajados a objetos impotentes sufren el impacto de procesos que no controlan. Sin una *ralentización del desarrollo tecnológico* parece imposible que comunidades democráticas y reflexivas se reapropien de la tecnociencia -hoy, crecientemente, sierva del gran capital - para reinsertarla dentro de un orden social propiamente humano.

La biosfera y nuestros cuerpos como laboratorios de alto riesgo

Pero en los años noventa estamos lanzando cada año a la biosfera cientos de nuevas sustancias químicas de síntesis y cientos de OMGs, sin los controles adecuados (sin los medios y el tiempo necesario para realizar las comprobaciones necesarias). Sólo en una docena de años, entre 1986 y 1998, se han realizado unas 25.000 pruebas de campo de OMGs en todo el mundo^{xciii}; en España, en 1993 -98 se realizaron 99 pruebas (hasta el 25 de enero de 1999)^{xciv}. Únicamente en el año 1997 se realizaron unas tres mil pruebas en EE.UU. En la práctica, lo que eso significa es que, en lugar de realizar las experiencias peligrosas en laboratorio, *estamos convirtiendo la biosfera entera (y nuestros propios cuerpos dentro de ella) en un laboratorio de alto riesgo*. De los más de 70.000 compuestos químicos en el mercado, menos del 10% se ha evaluado correctamente en cuanto a posibles efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente^{xcv}: tenemos que evitar por todos los medios llegar a una situación semejante en lo que hace a los OMGs... pero la tendencia actual es exactamente la contraria.

Debemos en general propugnar, en el ámbito de las aplicaciones agropecuarias de las tecnologías genéticas, una *política de moratoria*, no por razones de religiosidad biocéntrica (por ejemplo) inaccesibles a una conciencia laica, sino más bien por razones de prudencia antropocéntrica. Desde un punto de vista evolucionista laico no se puede invocar una integridad biológica sagrada e intocable; pero eso no significa que sea lícito obrar irresponsablemente en un ámbito donde los riesgos son tan grandes. A menudo se invoca la antigua virtud aristotélica de la *prudencia* cuando se debaten problemas éticos planteados por la tecnociencia moderna, y ello resulta comprensible: la prudencia es precisamente la virtud que los seres humanos necesitamos desesperadamente para actuar en un mundo ampliamente imprevisible (y por lo tanto no dominable en el plano teórico). Por lo demás, esta política de moratoria coincide con lo deseado por la mayoría de los ciudadanos y ciudadanas españoles, a tenor de la investigación demoscópica^{xcvi}.

**ORGANISMOS MODIFICADOS GENETICAMENTE
PARA LOS QUE SE HA SOLICITADO PERMISO DE LIBERACIÓN
AL MEDIO AMBIENTE EN ESPAÑA (enero de 1999)**

		Número de liberaciones
VIRUS	Adenovirus (Ad5CMXp53	1
BACTERIAS	<i>Pseudomonas putida</i>	3
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1
	<i>Rhizobium leguminosarum</i>	3
	<i>Sinorhizobium meliloti</i>	3
LEVADURAS	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2
PLANTAS	<i>Beta vulgaris</i>	13
	<i>Brassica napus</i>	2
	Cítricos	1
	<i>Cucurbitus melo</i>	6
	<i>Cucurbita pepo</i>	2
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1
	<i>Fragaria ananassa</i>	1
	<i>Glycineine max</i>	4
	<i>Gossipium hirsutum</i>	11
	<i>Helianthus annuus</i>	3
	<i>Lvcopersicum sculentum</i>	14
	<i>Medicago sativa</i>	1
	<i>Nicotiana tabacum</i>	5
	<i>Populus sp.</i>	1
	<i>Prunus domestica</i>	1
	<i>Solanum tuberosum</i>	4
<i>Triticum aestivum</i>	3	
<i>Zea mays</i>	44	

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

El ejemplo más célebre de moratoria en este campo, en los albores de la "era de la ingeniería genética", fue la moratoria autoimpuesta por los biólogos moleculares estadounidenses en julio de 1974, respondiendo al llamamiento de Paul Berg. La preocupación por la creación de un superpatógeno a partir de la manipulación irresponsable de *Escherichia coli*, una bacteria corriente en el intestino humano, condujo a renunciar a la manipulación genética durante siete meses, hasta que en la conferencia de Asilomar (California) en la primavera de 1975 se aprobó un conjunto mínimo de normas de seguridad. Hay otros ejemplos:

- En 1986, el Comité Nacional Consultivo de Ética francés propuso una moratoria de tres años en investigación sobre embriones, ante el temor de que se generalizasen los métodos sencillos de selección prenatal del sexo o las prácticas eugenésicas.
- En noviembre de 1997 el gobierno francés autorizó el cultivo del maíz transgénico de Novartis -para no volver sobre decisiones anteriores -,

pero al mismo tiempo anunció una moratoria para todos los demás cultivos transgénicos.

- En 1998, el Comité de Medio Ambiente, Salud Pública y Consumidores de la Comisión Europea propuso una moratoria sobre todos los cultivos transgénicos que esperan autorización para lanzarse al mercado en la UE.
- En febrero de 1999 el gobierno británico anunció una moratoria de tres años para los nuevos cultivos transgénicos.

En nuestro país, por desgracia, una prudente iniciativa presentada al congreso –prohibir durante tres años la importación, venta y cultivo de productos transgénicos en España, para posibilitar siquiera el cumplimiento de la legislación vigente sobre etiquetado – fue rechazada: el 24 de febrero de 1999, en la Comisión de Medio Ambiente del Congreso de los Diputados, PP y CiU votaron en contra (20 votos), contra los 19 votos de IU (que había presentado la proposición no de ley), PSOE y Grupo Mixto. Otra ocasión perdida para poner en práctica el principio de precaución.

La madurez del tomate y la madurez social

El primer vegetal transgénico que se comercializó en el mundo (a partir de 1994, y empezando en California) fue el tomate McGregor, también conocido como tomate Flavr-Savr, de la empresa Calgene. Se introdujeron dos genes extraños: uno para que las membranas celulares tomateras se descompongan lentamente, y un gen de resistencia a un antibiótico. Con el segundo se asocian serios riesgos para la salud humana y animal, por la posibilidad de transferencia de esta resistencia a microorganismos patógenos. Pero en cuanto al primero, ¿qué sucede? Con este gen inhibidor de la enzima poligalacturonasa -que degrada la pared vegetal de las células del tomate-, el vegetal mantiene durante más tiempo el aspecto apetitoso. Pero *todos los otros procesos de envejecimiento continúan*: las vitaminas y los demás elementos nutritivos se descomponen como en cualquier tomate, y sólo el aspecto externo engaña. El tomate envejece y pierde valor nutritivo, pero dejamos de percibirlo en su apariencia: nos dan y nos damos gato por liebre. Por añadidura, con vegetales que en apariencia tardan más en envejecer se favorecen los tiempos de almacenamiento y los trayectos de transporte más largos, con impactos ambientales mayores. En un mundo de “efecto invernadero” no hacen falta tomates que den la vuelta al mundo, sino precisamente lo contrario: precisamos una agricultura reconvertida sobre el territorio, con distancias cortas entre el productor y la cocina.

En definitiva, el tomate McGregor no parece precisamente un ejemplo de por dónde tienen que ir las cosas en una sociedad ecológicamente sustentable que cuide la calidad de vida de sus ciudadanos y ciudadanas. El caso de este tomate no es anécdota, sino categoría: por notable que sea la cadena de proezas técnicas que condujeron a su fabricación, el producto, lejos de satisfacer necesidades humanas importantes, más bien frustra su posible satisfacción. Ante estos tomates de maduración retardada, una sociedad madura debería saber decir no.

Las tres preguntas decisivas

Ante cualquier aplicación de las nuevas biotecnologías -en realidad, ante cualquier innovación tecnológica de largo alcance - deberíamos preguntarnos^{xcvii}:

1. ¿La aplicación tecnológica es *realmente necesaria*? Y al preguntarnos sobre lo necesario y lo superfluo, el criterio en juego no puede ser el del lucro económico en una economía de mercado. *No estamos hablando de análisis de coste-beneficio en términos crematísticos, sino de satisfacción de necesidades humanas básicas*^{xcviii}.
2. Supuesto que hablemos de satisfacción de necesidades básicas, y en el caso de estar en juego *tecnologías intrínsecamente peligrosas* (como lo es la ingeniería genética), ¿es la aplicación que se propone la única concebible? ¿*Están excluidas todas las vías alternativas* de procurar la satisfacción de necesidades que se intenta?
3. Supuesto que estemos tratando de satisfacer necesidades básicas y que no seamos capaces de ingeniar vías alternativas menos arriesgadas, ¿*los riesgos en juego son asumibles*? A nuestro entender, el criterio mínimo para lo "no asumible" sería: un desarrollo tecnológico cuyos efectos pueden revelarse destructivos para la vida durante generaciones, que en arriesgada apuesta pone en juego la suerte de futuros seres vivos a causa de algunas ganancias en confort y beneficios económicos para los habitantes actuales de los países industrializados, no es asumible^{xcix}.

Sólo si se puede contestar "sí" a las tres preguntas daríamos luz verde a la innovación tecnológica en cuestión. Aplicar este triple criterio nos llevaría, en nuestra opinión, a aprobar -por ejemplo- la investigación del profesor Patarroyo encaminada a lograr una vacuna contra la malaria^c; pero nos conduciría a rechazar el desarrollo de tomates transgénicos de maduración retardada, o manzanas con forma cúbica para que se adapten bien a las cajas del transporte. Creemos que *un criterio de necesidad estricta nos llevaría a rechazar la inmensa mayoría de las aplicaciones agropecuarias*. En cambio, muchas aplicaciones biomédicas son valiosas y prometedoras, desde las nuevas vacunas hasta la síntesis de hormonas y otros productos farmacéuticos clonados, desde las pruebas de diagnóstico prenatal de enfermedades hereditarias hasta las nuevas terapias para el cáncer y diversas enfermedades degenerativas, o la detección de patógenos en alimentos empleando nuevos métodos de biología molecular^{ci}...

La liberación de OMGs al medio ambiente

Influyentes organizaciones ecologistas, como *Greenpeace*, se oponen a cualquier liberación de organismos transgénicos al medio ambiente, argumentando a partir de los riesgos ecológicos: la "contaminación genética" es mucho menos controlable que la contaminación química por ejemplo, ya que una vez que los OMGs han sido liberados casi nunca podrán ser recuperados^{cii}. Siendo esto cierto, permanece abierta la cuestión de *si*

en todas las circunstancias concebibles los riesgos superarán a los posibles beneficios. Nos inclinamos a pensar que no.

Consideremos el caso de la enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). Se trata de una dolencia devastadora causada por un parásito (*Tripanosoma cruzi*) cuyo vector es el insecto denominado vinchuca (*Triatoma infestans*), una especie de chinche que se oculta en las viviendas pobres de muchos países de América Latina. De noche pica a los moradores, chupándoles sangre y transmitiendo el parásito. El tripanosoma ataca el sistema neurológico, produciendo fiebre, trastornos y dilatación de órganos como el hígado o el bazo; a largo plazo ataca incluso la fibra nerviosa del corazón y puede provocar la muerte por insuficiencia cardíaca. Por añadidura, los anticuerpos generados por el propio organismo dañan el esófago, los intestinos y el corazón. Hay unos 18 millones de personas afectadas en América Latina. En Bolivia, por ejemplo, según datos de la Secretaría Nacional de Salud el 40% de la población está afectada, incluyendo a la mitad de los niños menores de diez años. La enfermedad afecta principalmente a la población rural de extrema pobreza, que no puede pagar medicamentos tripanomicidas ni insertarse marcapasos para controlar la arritmia cardíaca. De momento se intenta reducir las poblaciones de vinchuca con fumigación química, lo que no parece muy saludable ni para las personas ni para el medio ambiente.

La ingeniería genética ofrece una posible solución. Los investigadores Franck F. Richards y Charles B. Beard han aislado una bacteria parásita de la vinchuca, la modificaron para que secretara una proteína mortal contra el tripanosoma -su terrible compañero de viaje- y la reintrodujeron en las vinchucas. La bacteria transgénica se difundió con éxito en una población de laboratorio del insecto, transformándolo de vector de la enfermedad a simple molestia doméstica^{ciii}. Es evidente que deben resolverse muchas cuestiones de bioseguridad antes de liberar estas bacterias al medio ambiente; pero lo que está en juego en este caso ¿no bastaría para justificar la liberación, suponiendo que los riesgos se evalúen con rigor?

No al “no a todo”

Por consiguiente, opinamos que *no se justifica una posición “fundamentalista” de renuncia total a las tecnologías del ADN recombinante. Tampoco, en particular, a los alimentos transgénicos.* Precisamente porque el movimiento ecologista está insistiendo tanto -con razón casi siempre- en los riesgos asociados con las nuevas biotecnologías, conviene decir también que tales riesgos no son de la misma naturaleza en todas las aplicaciones, y que algunas pueden resultar francamente deseables. Decir hoy, en las circunstancias actuales, **NO A LOS ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE**, no debe implicar -a nuestro juicio- renunciar a su producción y consumo siempre y en toda circunstancia, si varía el contexto social para que realmente pueda ponerse realmente en práctica el principio de precaución. No hace falta insistir en que tales cambios sociopolíticos -que implicarían una drástica reducción del poder del capital- son muy

improbables: hoy por hoy todo apunta precisamente en la dirección contraria.

En el caso de los cultivos y alimentos transgénicos: muchos de los previsible riesgos de los OMGs se asocian con su liberación al medio ambiente, y a la incertidumbre sobre los efectos que la "contaminación genética" puede provocar en los ecosistemas. *Este tipo de riesgos ecológicos no se dan si la manipulación genética se lleva a cabo dentro de las variedades de una misma especie* (empleando las técnicas de ingeniería genética, tales como marcadores moleculares, como una herramienta para acelerar el mejoramiento vegetal tradicional) , o en el caso de utilización confinada de OMGs, si se respetan condiciones de seguridad estrictas (por ejemplo, microorganismos transgénicos cultivados en biorreactores de industriales). Veamos un caso concreto: se producen grandes pérdidas en las cosechas de arroz (base de la dieta de una tercera parte de la población mundial) por la "marchitez" o "seca" causada por bacterias de la especie *Xanthomonas oryzae*. Algunas variedades de arroz son resistentes a la enfermedad, y con los procesos de mejora clásicos (que tardan unos diez años en lograr obtener los caracteres deseados) se puede intentar transferir esta resistencia a las variedades comerciales. El proceso se abrevió empleando técnicas de ingeniería genética: clonando un gen de resistencia (que en el caso que nos ocupa procedía de una especie silvestre de arroz originaria de Malí, *Oryza longistaminata*) y transfiriéndolo a variedades empleadas en agricultura. Luego se enviaron copias del gen correspondiente, bautizado Xa21, a expertos de Europa, Asia, África y Norteamérica, para que pudieran introducir la resistencia a la enfermedad en sus variedades locales.. ^{civ}

Un ejemplo favorito de biotecnólogos españoles como Daniel Ramón Vidal es una levadura de pan transgénica desarrollada en el IATA (Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, CSIC) de Valencia ^{cv}, levadura que se ha manipulado (insertándole un gen de cierto hongo llamado *Aspergillus oryzae*) para evitar irritaciones y procesos alérgicos frecuentes entre los trabajadores del sector panadero. Si no apareciesen efectos indirectos indeseables hasta ahora no detectados, no se nos ocurren buenas razones para desterrar una levadura así de las panaderías. O para prohibir, por ejemplo, el uso de bacterias manipuladas para eliminar en circuito cerrado el cloruro de metileno -un peligroso contaminante empleado en numerosos procesos industriales- de las aguas residuales de la industria ^{cvi}; o la fabricación de "bioplásticos" por bacterias, ahorrándonos el tremendo impacto ambiental de la petroquímica. (En este último caso fue *Greenpeace* misma quien intentó alentar esta producción, encargando el plástico en cuestión -comercializado como *biopol*- para fabricar sus propias tarjetas de crédito. La historia, sin embargo, tiene una coda significativa: Monsanto compró la empresa que desde 1990 empleaba estas bacterias para producir polímeros en tanques de fermentación... sólo para decidir, en 1999, que el biopol -con precios del petróleo muy bajos- no resultaba rentable y deshacerse de él ^{cvii}. Para una vez que el gigante agroquímico promocionaba una aplicación ecológica de la biotecnología... ¡Poco duran las alegrías en casa del pobre!)

Otro ejemplo interesante, y que hace aparecer la complejidad de las cuestiones en juego: tradicionalmente, el cuajo empleado para elaborar muchos tipos de queso procedía del estómago de las vacas (lo que tradicionalmente llevaba a muchos vegetarianos a renunciar también al queso). Hoy se produce cuajo empleando bacterias transgénicas en tanques de fermentación: si las vacas pudiesen votar, vaticino que optarían masivamente por la opción de ingeniería genética (y muchos vegetarianos también la prefieren).

Pero hay que decir enseguida que muy pocos, poquísimos de los alimentos recombinantes que hoy nos proponen desde los laboratorios o los supermercados superan una evaluación que haga uso en serio de criterios como la sustentabilidad ecológica, el principio de precaución y la idea de justicia social. ¿Necesitamos tomates transgénicos de maduración retardada, que harán aumentar todavía más el transporte motorizado de mercancías a larga distancia, ya hoy ecológicamente insostenible? ¿Podemos aceptar que se inserten rutinariamente en plantas de cultivo genes marcadores de resistencia a antibióticos, con el riesgo de que se transfieran estos genes a cepas de bacterias patógenas, creando problemas de salud humana y animal cada vez más incontrolables? ¿Es lícito producir masivamente edulcorantes sintéticos sin preocuparnos por la ruptura de mercados vitales para los países del Sur que dependen de la exportación de azúcar de caña? ¿Cabe valorar la ganadería industrial sin tomar en consideración el sufrimiento de los animales criados en granjas -factoría? ¿Realmente necesitamos tabaco transgénico con el doble de contenido en nicotina que el normal?

Este último caso es un ejemplo espectacular de por dónde va la ingeniería genética realmente existente, mientras que en el mundo ideal de las buenas intenciones las transnacionales proclaman su deseo de acabar con el hambre en el mundo. Los agricultores brasileños de Rio Grande do Sul cultivan desde 1993 un tabaco transgénico al que llaman *fumo louco* -"humo loco"- para la Brown and Williamson Tobacco Corp., la tercera tabaquera estadounidense (dependiente de la transnacional B.A.T. Industries), que hizo llegar la semilla a Brasil secretamente y violando la ley estadounidense de exportación. La propiedad especial de esta planta es que contiene el doble de nicotina que las normales ^{cviii}.

De las muchas formas de organización socioeconómica experimentadas en el pasado o concebibles para el futuro, el oligopolio capitalista probablemente sea la menos adecuada para embridar el tremendo potencial de alteración del mundo que -para bien o para mal- posee la tecnociencia moderna en general, y la biotecnología en particular.

**LA POSICIÓN DE CC.OO. SOBRE MANIPULACIÓN GENÉTICA:
RESUMEN (febrero de 1999)**

Tecnologías del ADN recombinante (“ingeniería genética”) como tales	Sí, con la precaución debida: se trata de tecnologías intrínsecamente peligrosas (pero que ofrecen también grandes beneficios, desde la detección de patógenos a las vacunas recombinantes).
Animales transgénicos	Sí, con las restricciones que se derivan de la aplicación rigurosa del principio de precaución y el respeto moral por los animales. No al productivismo ganadero; sí, por ejemplo, a los ratones transgénicos para investigar enfermedades.
Liberación de OMGs al medio ambiente	Moratoria mientras no se adopten medidas de bioseguridad suficientes. Si éste fuera el caso, sí, con las restricciones que se derivan de la aplicación rigurosa del principio de precaución. Prohibición de la liberación de virus recombinantes.
Patentes sobre la vida	No. Prohibición de las patentes sobre seres vivos y material biológico.
Alimentos transgénicos	Moratoria (con la excepción de los alimentos modificados para eliminar de ellos alérgenos conocidos, o para proporcionar algún elemento nutritivo especial a personas con enfermedades metabólicas). Con medidas precautorias suficientes, no hay objeción de principio.
Xenotrasplantes	Moratoria, que previsiblemente desembocaría en petición de prohibición.
Clonación de seres humanos con fines reproductivos	No. Prohibición.
Armas biológicas	No. Prohibición.
Genes de resistencia a los antibióticos en OMGs	No. Prohibición.
Etiquetado de los productos transgénicos	Sí: obligatorio, claro y distintivo, para todos los productos transgénicos sin excepción.
Aplicaciones agropecuarias de la ingeniería genética	No a la gran mayoría de las aplicaciones actuales; pero no hay un rechazo de fondo (si se aplicara con rigor el principio de precaución).
Aplicaciones biomédicas de la ingeniería genética	Sí, con las restricciones que se derivan de la aplicación rigurosa del principio de precaución y el respeto de las normas morales básicas.

En **negrita**, las posiciones adoptadas por la Ejecutiva Confederal de CC.OO. (resolución del 18 de noviembre de 1997); subrayadas, las posiciones aprobadas por el Departamento Confederal de Medio Ambiente de CC.OO. Todas ellas constituyen la posición actual del sindicato.

Ni tecnofanatismo, ni tecnocatastrofismo

No estamos por el " tecnocatastrofismo" . Lo de " Chernobil biotecnológico" no lo hemos inventado nosotros: lo dice nada menos que Noëlle Lenoir, que es la presidenta del Comité Internacional de Bioética de la Unesco y persona nada sospechosa de radicalismo^{ciix}. En los textos donde se analizan las oportunidades y los riesgos relacionados con la manipulación genética surgen títulos tan sobrecogedores como " el octavo día de la creación" , " el segundo génesis" , " la reinención de la naturaleza" ... No se trata de mera retórica. Tales expresiones apuntan hacia el mismo centro de lo que está en juego; y hay que denunciar los intentos de banalizar estas tecnologías , a las que deberíamos acercarnos con " temor y temblor" , pero sin concesiones al irracionalismo.

Habría que *huir tanto del tecnofanatismo como del tecnocatastrofismo*, tanto de la acrítica idolatría de la tecnociencia moderna como de su indiscriminado rechazo irracional. El *no* general que hoy por hoy recomendamos frente a los alimentos transgénicos o a las liberaciones de OMGs en el medio ambiente debe ir acompañado de un *quizás, en ciertas condiciones* (que hoy, en general, no se dan). No parece posible oponerse a la manipulación genética *por principio y en todos los casos* sin dotar a lo " natural" de un carácter sacro e intangible, inaccesible a una conciencia laica. (Pero entonces, si quisiéramos ser coherentes hasta el final, seguramente tendríamos que oponernos también -por ejemplo- a las transfusiones sanguíneas y los trasplantes de órganos... y semejante vecindad con sectas religiosas como los Testigos de Jehová seguramente incomodará a más de uno y de una.)

No nos parece adecuado pregonar un rechazo por principio de la manipulación genética; creemos que hay que practicar más bien una crítica diferenciada según los diferentes campos de aplicación, y poner en primer plano las exigencias de un control social mucho más severo que el actual, de acuerdo con la naturaleza de los riesgos presentes. La analogía con la energía nuclear puede resultar iluminadora: el movimiento antinuclear se opone a las armas atómicas y a las centrales nucleares, pero no a las bombas de cobalto en los hospitales ni a las técnicas de medicina nuclear.

En nuestra opinión, no ha de pedirse que se renuncie a la manipulación genética, sino que -de acuerdo con los graves riesgos y las complicadas cuestiones sociopolíticas en juego - se proceda en este campo con una prudencia especial. En el debate sobre las nuevas biotecnologías *lo que a nuestro entender ha de cuestionarse no son los medios* (las diversas técnicas de manipulación genética, por ejemplo), *sino más bien los fines y las consecuencias*. Ante cada propuesta de manipulación genética tenemos que hacer las preguntas pertinentes: ¿qué objetivo se propone? ¿A quién beneficiará? ¿Sobre qué ser vivo se practicará? ¿Con qué efectos? ¿Cómo modificará a sus usuarios humanos, y cómo transformará las relaciones sociales? ¿Qué consecuencias ecológicas a largo plazo son previsibles? Tal y

como se afirmaba en un editorial de la prestigiosa revista científica *Nature* en 1996:

“ Que el poder creciente de la genética molecular nos enfrenta a la perspectiva futura de ser capaces de cambiar la naturaleza a de nuestra especie es un hecho que apenas parece ser abordado en profundidad. Quizá el conocimiento científico no nos permita todavía una comprensión detallada, pero las posibilidades son bastante claras. Esto plantea cuestiones que acabarán afectando a todas las personas dentro de los ambientes sociales y éticos en los que se mueven. (...) Y el orden del día debe ser establecido por la humanidad en general, y no solamente por el subconjunto implicado en la ciencia.” ^{CX}

La ingeniería genética es, en cierto sentido, la tecnología más poderosa que nunca hayan desarrollado los seres humanos; y está crecientemente bajo el control de las mismas transnacionales gigantescas que han producido un desastre social o ecológico tras otro en el último medio siglo. Aún es tamos a tiempo de sacar las lecciones adecuadas de esa triste historia. *Por primera vez en la historia de la humanidad, científicos y tecnólogos tienen la capacidad técnica para diseñar la vida mediante intervenciones deliberadas;* pero es muy probable que las consecuencias negativas a medio y largo plazo sean más importantes que los beneficios esperables a corto plazo. Ése es el terreno donde se juega ahora nuestra responsabilidad -y particularmente la responsabilidad de los investigadores -, tanto individual como colectiva.

ANEJO 1: ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Las moléculas de la vida

La vida en nuestro planeta se originó a partir de reacciones químicas entre átomos que existían en la Tierra primitiva, hace unos 3.500 millones de años. Moléculas sencillas se unieron para dar paso a otras más complejas. Con aparición de los **ácidos nucleicos, ARN (ácido ribonucleico) y ADN (ácido desoxirribonucleico)**, este proceso adquirió toda su complejidad.

Todo ser vivo de nuestro planeta está formado con los mismos tipos de moléculas, formadas por combinación de media docena de elementos comunes: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. Esta unidad fundamental de todo lo viviente en el nivel molecular -uno de los descubrimientos científicos más asombrosos del siglo XX - es precisamente lo que posibilita la ingeniería genética. En el nivel molecular todo lo vivo funciona básicamente de la misma manera, ya se trate de un ser humano, un sapo, un gusano o una bacteria.

Los ácidos nucleicos son las “moléculas de la vida” por excelencia, sobre todo -en la biosfera actual - el ADN (pero se piensa que, evolutivamente, el actual “mundo de ADN” se vio precedido por un “mundo de ARN”). Estas biomoléculas son la estructura química con que la vida recuerda cómo ha de perpetuarse a sí misma. En la biosfera actual, y excepción hecha de unos pocos organismos muy sencillos basados en ARN -como los retrovirus-, es el ADN el que almacena y codifica la información para la reproducción y el funcionamiento de los seres vivos.

El ADN tiene la forma de una doble hélice enrollada en espiral: la constituyen dos largos filamentos formados por una sucesión de estructuras químicas llamadas **nucleótidos**. Cada una de estas subunidades del ADN se compone de tres moléculas enlazadas: **base nitrogenada**, azúcar y fosfato. Las bases de ADN se presentan bajo cuatro configuraciones (llamadas **adenina, timina, guanina y citosina**: A, T, G y C). Cada una de estas bases es complementaria de otra: A se asocia con T, por una parte, y C con G por otra (por ello, los investigadores emplean los términos *bases* y *pares de bases* de forma indistinta). Debido a esta complementariedad de los pares de bases, los dos filamentos que componen la molécula de ADN son igualmente complementarios: las bases A del primero se unen siempre con T del segundo, y las C del primero con las G del segundo.

La peculiar estructura del ADN hacen que sea una molécula con dos propiedades verdaderamente extraordinarias: la *capacidad de copiarse a sí misma*, de reproducirse (“autorreplicarse”, se dice a veces con anglicismo), y la *capacidad de almacenar y transmitir la información genética*. En cuanto a la segunda, es el orden de las bases -un código de cuatro signos - el que

contiene la clave de la información genética (de manera similar a como la sucesión de ceros y unos, en el código binario de la informática, contiene toda la información que deseemos transmitir). En cuanto a la primera, los dos filamentos del ADN que componen la doble hélice pueden separarse y cada uno de ellos reconstruye -por el juego sistemático de las interacciones químicas: A con T, C con G - el filamento complementario. Este poder de reproducción convierte al ADN potencialmente en inmortal (con mayor exactitud: la información de la que es portado r un ADN, bajo la forma de una sucesión de estructuras ATGC, no se destruye, porque está dispersa en múltiples copias).

Genes y genomas

En una primera aproximación, llamamos **gen** a cada uno de los segmentos de ADN que contiene información para fabricar un a proteína (ésta se sintetizan en el citoplasma celular bajo la dirección del ADN del núcleo de la célula). Los genes se agrupan en grandes bloques independientes llamados **cromosomas**. El número de genes varía de un organismo a otro. Las bacterias tienen unos 5.000 genes, las plantas entre 20.000 y 30.000, los seres humanos unos 100.000.

En realidad no todos los genes codifican proteínas; a los que lo hacen podemos llamarlos **genes estructurales**. Pero además existen **genes reguladores**, que sirven para activar o desactivar los mecanismos mediante los cuales un gen estructural se traduce en un producto (proteína).

Al conjunto de todo el material genético de un organismo (donde se halla toda la información genética almacenada en su ADN) le llamamos **genoma**. El genoma humano contiene nada menos que tres mil millones de bases; el del trigo, aún más extenso, dieciseis mil millones; el genoma del maíz dos mil millones; el de las bacterias, menos de cinco millones. En realidad, los genes sólo suponen una parte del genoma (en los seres humanos, apenas el 4%): el resto son secuencias de ADN que desempeñan funciones distintas a la codificación de proteínas, o acaso no tengan ninguna función.

Proteínas

Las **proteínas** son una clase importante de moléculas, porque son un constituyente fundamental de la materia viva, y desempeñan todo tipo de funciones en el organismo: estructurales, como en las membranas celulares; reguladoras de los procesos biológicos, como las **hormonas** de naturaleza proteica; catalíticas, como los **enzimas**, que facilitan las reacciones bioquímicas; transportadoras, como la hemoglobina transportadora del oxígeno en la sangre; defensivas, como las inmunoglobulinas... Puede decirse que las proteínas constituyen los cimientos de los sistemas vivos, y son responsables de casi todas las propiedades distintivas de una célula. Se apreciará su importancia si se repara en que siempre son proteínas (del tipo de las enzimas) las moléculas que catalizan la síntesis del resto de moléculas que constituyen a los seres

vivos. El cuerpo humano contiene más de treinta mil tipos diferentes de proteínas, cada una con su función específica. La mayoría de ellas son enzimas: una célula de mamífero contiene en promedio unas tres mil enzimas.

Las proteínas son largas cadenas plegadas de moléculas más pequeñas llamadas **aminoácidos** (aunque pueden contener también algunos grupos químicos distintos, como grasas, hidratos de carbono o metales). Existen sólo veinte tipos distintos de aminoácidos, que combinados de diferentes maneras dan origen a todas las proteínas que constituyen a los seres vivos de nuestro planeta.

Ingeniería genética

ADN recombinante es una secuencia nueva de ADN, creada por la unión en laboratorio de porciones de ADN con orígenes diferentes. Los primeros ingenieros genéticos hablaban también de *ADN quimérico*, acudiendo a la imagen de la quimera, el monstruo mitológico que solía representarse con cabeza de león, cuerpo de cabra y cola de dragón. A un organismo cuyo material genético ha sido modificado artificialmente (por ejemplo, insertándole ADN foráneo) le llamamos **organismo modificado genéticamente (OMG)**.

Denominamos **ingeniería genética** al conjunto de técnicas y métodos que se utilizan para construir moléculas de ADN recombinante, y luego introducirlas en las células receptoras. El proceso tiene dos fases principales: la primera -en tubo de ensayo- es la extracción de ADN de las células de un organismo donante, y la construcción de una molécula portadora -un **vector**- que contiene el gen que interesa. La segunda fase consiste en implantar el vector en el organismo receptor. Las técnicas del "recortar y pegar" ácidos nucleicos han ido perfeccionándose desde que en 1973 los genetistas Herbert Boyer y Stanley Cohen crearon la primera molécula de ADN recombinante en el laboratorio (insertando genes de un sapo africano en bacterias).

"Ingeniería genética" no es una denominación inocente: al hablar de "ingeniería" estamos connotando ideas de precisión, seguridad y control que muchas veces no se dan en la realidad de las tecnologías denotadas. Por el contrario, el papel del azar es muy importante. Como reconoce, por ejemplo, un biólogo molecular al hablar de "cómo se hacen las plantas transgénicas", "no es fácil predecir de forma precisa el nivel de expresión de los genes {foráneos introducidos en la planta}. Esto es en gran parte debido a que con las técnicas disponibles, el gen que se introduce puede colocarse en cualquier parte del genoma. También sabemos que pueden insertarse un número variable de copias del gen según la técnica empleada..."^{cx1} Como se ve, la pretensión de precisión tiene poco que ver con la realidad. Por eso, y si queremos emplear un lenguaje más descriptivo y menos ideológico, es mejor hablar de **tecnologías del ADN recombinante** y no de ingeniería genética. (Otra denominación posible es la de *sastrería genética*, propuesta por el genetista Francisco García Olmedo a partir de la consideración de que la tecnología del ADN recombinante

consiste en cortar y coser piezas de ADN ^{cxii}. La imagen del sastrecillo remendón, qué duda cabe, resulta más modesta y ajustada a la realidad que la del ingeniero omnisapiente.)

Clonación

Llamamos **clonación** al proceso por el cual se producen, a partir de un organismo, varios individuos genéticamente idénticos al primero (o, en el nivel molecular, el proceso de replicación de gran número de moléculas de ADN idénticas, posible desde que se desarrollaron las tecnologías de "ingeniería genética" a comienzos de los años setenta). Llamamos **clones** a los descendientes genéticamente idénticos de un único organismo. Lo novedoso es la clonación molecular: la posibilidad de reproducir plantas vegetativamente, por ejemplo mediante esquejes, es un tipo de "clonación tradicional" que se conocía desde antiguo.

Anticuerpos

Los **anticuerpos** son componentes de la respuesta inmunológica defensiva de nuestro organismo, que se fijan a la materia extraña -**antígenos**- que penetra en el cuerpo. Con objeto de obtener grandes cantidades de un anticuerpo determinado, se fusiona la célula del sistema inmunitario que produce ese anticuerpo de forma natural con una célula tumoral capaz de reproducirse indefinidamente. El resultado es una célula híbrida o **hibridoma** que se reproduce indefinidamente y produce sin parar clones del anticuerpo (**anticuerpo monoclonal**). Estos se emplean ampliamente en investigación y diagnóstico médica.

Virus

Los **virus** son seres extremadamente simples, en la frontera entre lo viviente y la ausencia de vida, formados únicamente por una pequeña cantidad de material genético -ADN o ARN- encapsulado por una cubierta de proteína. En algunas tipos de virus -denominados **retrovirus**- la información hereditaria no está contenida en la molécula casi universal de la herencia, el ADN, sino en ARN (ácido ribonucleico). Los virus se parecen a las células por disponer de instrucciones genéticas para hacer nuevas versiones de sí mismos, pero difieren de ellas por carecer de la maquinaria bioquímica necesaria para su propia reproducción. Son "parásitos genéticos" que inyectan sus genes en células vulnerables para controlar la maquinaria genética de éstas; las células huésped infectadas responden fabricando millares de nuevas partículas víricas infecciosas, y garantizan así la supervivencia del virus. Se parecen a las células en que disponen de instrucciones genéticas para hacer nuevas versiones de sí mismos, pero difieren de los organismos vivos en que carecen de la maquinaria bioquímica necesaria para su propia reproducción.

Bacterias y otros microbios

Microbio es un término genérico que engloba una gran variedad de organismos microscópicos. Las **bacterias** son normalmente células únicas, mientras que los **hongos** crecen frecuentemente en forma de filamentos largos de muchas células. Las **levaduras** son hongos que no forman filamentos. Las **algas** también son microbios, e igualmente los virus (aunque estos, como "parásitos genéticos" que son, precisan vivir dentro de células vivas).

Más de diez mil especies de bacterias se esparcen prácticamente por todos los entornos del planeta, desde los hielos polares al agua hirviendo de las fuentes termales, desde la cumbre de las más altas montañas hasta el interior de cualquier organismo. Debido a su enorme variedad metabólica (las células humanas se parecen más a las de una patata o una trucha que las de una especie de bacteria a otra), ofrecen un gran interés para la moderna biotecnología.

Transferencia –horizontal y vertical– de material genético

En cuanto a los **plásmidos**, se trata de pequeños fragmentos circulares de ADN, con capacidad de autorreplicación, que se encuentran en el interior de bacterias de muchas especies: éstas pueden intercambiarlos con facilidad entre sí. A menudo, los plásmidos portan genes que aumentan la posibilidad de supervivencia de las bacterias en condiciones hostiles: genes de resistencia a antibióticos o a metales pesados, o que les permiten degradar sustancias tóxicas. Los plásmidos frenan la tasa de crecimiento de las bacterias y por ello, si no representan ninguna ventaja para el organismo portador, suelen acabar eliminándose.

Aunque la reproducción de las bacterias no es sexual, tienen tres vías naturales para transferir horizontalmente material genético. En la **conjugación**, los plásmidos pasan de la bacteria donante a la receptora a través de un "tubo conyugal" desarrollado para este propósito. En la **transducción**, es un virus (bacteriófago) el que se encarga de transferir el ADN de una bacteria a otra. La **transformación** es un proceso más pasivo, en el que el ADN desnudo (que puede proceder no sólo de bacterias sino también de otros organismos) penetra en la bacteria a través de sus poros o de una región dañada de la pared celular.

**AMBIENTES EN LOS QUE SE HA OBSERVADO
TRANSFERENCIA GÉNICA HORIZONTAL**

	Transducción	Conjugación	Transformación
Ambientes terrestres	Suelos, superficies de plantas	Suelos, superficies de plantas	Suelos
Ambientes acuáticos	Lagos, océanos, ríos, zonas de tratamiento de aguas residuales	Lagos, océanos, sedimentos marinos, ríos, epilítion (capas gelatinosas que recubren las piedras de los ríos), zonas de tratamiento de aguas residuales	Sedimentos marinos, ríos, epilítion de las piedras de los ríos
Interior de organismos	Crustáceos, ratones	Plantas, insectos, gallinas, ratones, seres humanos	Plantas, insectos, ratones.

Fuente: Robert V. Miller: " Intercambio de genes bacterianos en la naturaleza" . *Investigación y ciencia* 258 (marzo de 1998).

En casi todos los organismos la transferencia génica que prevalece absolutamente es la **vertical** (de padres a hijos): la gran excepción son las bacterias, en las que es frecuente la **transferencia horizontal de genes** (entre individuos sin relación de parentesco), como vimos antes. Ahora bien, en el curso de la evolución biológica fenómenos infrecuentes de transferencia horizontal pueden haber influido en la evolución de los tipos biológicos. Los investigadores piensan hoy que, en esos " tiempos largos" de la evolución, deben de haberse intercambiado genes horizontalmente entre los tres grupos principales de organismos, a saber, **procariotas** o bacterias, **eucariotas** (animales, plantas, hongos y protozoos) y **archaea** (microorganismos ancestrales que comparten propiedades de procariotas y eucariotas). La información disponible hoy sugiere que se produjo transferencia génica de bacterias a eucariotas, de bacterias a *archaea* y de eucariotas a bacterias^{cxiii}.

**ESPECIES VEGETALES TRANSFORMADAS
POR INGENIERIA GENETICA**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	MÉTODO DE TRANSFORMACIÓN
Álamo	<i>Populus spp.</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> ; biobalística
Albaricoque	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Agrobacterium</i>
Alerce europeo	<i>Larix spp.</i>	<i>Agrobacterium</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	<i>Agrobacterium</i>
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>	<i>Agrobacterium</i>
Arándano	<i>Vaccinium macrocarpum</i>	<i>Agrobacterium</i> , biobalística
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	<i>Agrobacterium</i> , biobalística, electroporación, microinyección
Brócoli	<i>Brassica oleraceae</i>	<i>Agrobacterium</i>
Canola (colza de primavera)	<i>Brassica napus</i>	<i>Agrobacterium</i> , electroporación, microinyección
Caña de azúcar	<i>Saccharum spp.</i>	Biobalística
Chícharo	<i>Pisum sativum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>	<i>Agrobacterium</i>
Cítricos	<i>Citrus spp.</i>	<i>Agrobacterium</i> , polietilenglicol
Clavel	<i>Dianthus caryophyllus</i>	<i>Agrobacterium</i>
Crisantemo	<i>Dendranthema indicum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Agrobacterium</i>
Frambuesa	<i>Rubus spp.</i>	<i>Agrobacterium</i>
Fresa	<i>Fragaria anannassa</i>	<i>Agrobacterium</i> , electroporación
Girasol	<i>Helianthus annus</i>	<i>Agrobacterium</i>
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Agrobacterium</i>
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	<i>Agrobacterium</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Agrobacterium</i>
Lino	<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>	<i>Agrobacterium</i> , biobalística, electroporación
Manzana	<i>Malus pumila</i>	<i>Agrobacterium</i>
Melocotón	<i>Prunus persica</i>	<i>Agrobacterium</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>	<i>Agrobacterium</i>
Mostaza india	<i>Brassica juncea</i>	<i>Agrobacterium</i>
Patata	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Biobalística
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Agrobacterium</i>
Petunia	<i>Petuni hybrida</i>	<i>Agrobacterium</i>
Rábano	<i>Armoracia lapathifolia</i>	<i>Agrobacterium</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>	<i>Agrobacterium</i>
Soja	<i>Glicine max</i>	<i>Agrobacterium</i> , biobalística
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>	<i>Agrobacterium</i> , biobalística, electroporación, polietilenglicol, ultrasonicación
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	<i>Agrobacterium</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Biobalística
Trigo sarraceno	<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Agrobacterium</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	<i>Agrobacterium</i>

Fuente: Fernando González Candelas (Departamento de Genética de la Universidad de Valencia)

ANEJO 2:
LA DECLARACIÓN DE *PHYSICIANS AND SCIENTISTS AGAINST GENETICALLY ENGINEERED FOOD*
(MÉDICOS Y CIENTÍFICOS CONTRA LOS ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE)

NO ES CORRECTO utilizar una tecnología capaz de originar sustancias inesperadas que pueden ser dañinas para la salud antes de que semejante riesgo se haya investigado cuidadosamente.

NO ES CORRECTO utilizar una tecnología que puede tener efectos medioambientales irreversibles antes de que se haya demostrado que los productos no causan un daño significativo al medio ambiente.

NO ES CORRECTO exponer a los seres humanos y al medio ambiente ni siquiera a riesgos mínimos, habida cuenta de que los actuales alimentos obtenidos por manipulación genética son de poco valor, si es que tienen alguno.

NO ES CORRECTO utilizar hoy una tecnología con la que potencialmente se asocian graves riesgos sólo porque quizá podría generar productos útiles en el futuro.

Por ello, solicitamos una moratoria internacional para la liberación de organismos manipulados genéticamente al medio ambiente y para el uso de alimentos obtenidos por manipulación genética, **moratoria que se mantendrá hasta que se haya obtenido suficiente conocimiento para juzgar si el uso de esta tecnología es justificable y seguro tanto para la salud humana como para el medio ambiente.** Ello es tanto más urgente cuanto que hay razones para asociar con los productos de las tecnologías genéticas riesgos potencialmente graves para la salud humana y el medio ambiente.

Hasta ahora, los productos ya aprobados no se han evaluado correctamente en cuanto a su seguridad. Por ello deberían ser retirados en el plazo más breve posible. Mientras la producción y el comercio se detienen, exigimos el etiquetado obligatorio de todos los alimentos que contengan ingredientes manipulados genéticamente.

Puede ud. firmar esta declaración en la dirección de Internet
<http://home1.swipnet.se/~w-18472/decl.htm>

Hechos científicos

1. LA INGENIERÍA GENÉTICA ES ALGO FUNDAMENTALMENTE DIFERENTE DE LA CRIANZA TRADICIONAL MEDIANTE CRUCES Y SELECCIÓN. La inserción artificial de genes ajenos representa una alteración traumática del riguroso control genético que existe en las células normales. Es algo de naturaleza completamente diferente a la combinación de cromosomas maternos y paternos que se da en el apareamiento natural.

2. LA INGENIERÍA GENÉTICA ACTUAL ES TÉCNICAMENTE PRIMITIVA, ya que resulta imposible guiar con exactitud la inserción del nuevo gen. Por ello es imposible prever los efectos del transgén insertado. Pero incluso cuando la posición del transgén se puede localizar *a posteriori*, el conocimiento actual del ADN es demasiado incompleto como para poder predecir los resultados de la manipulación.

3. SE PUEDEN GENERAR SUSTANCIAS PELIGROSAS DE MODO IMPREDECIBLE con la inserción artificial de un nuevo gen. En el peor de los casos, tales sustancias pueden ser tóxicas, alergénicas o dañinas para la salud de alguna otra manera. El conocimiento que hoy poseemos sobre tales riesgos es muy incompleto.

4. NO HAY MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LOS QUE SE PUEDA COMFIAR PLENAMENTE. En el caso de los nuevos medicamentos, y a pesar de una evaluación de la seguridad muy rigurosa, en más del 10% de los casos no es posible detectar de antemano efectos colaterales graves. El riesgo de no detectar una propiedad peligrosa de un nuevo alimento obtenido por manipulación genética seguramente es mayor que en el caso de los medicamentos.

5. LAS NORMAS ACTUALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD SON GRAVEMENTE INADECUADAS. Se han diseñado explícitamente para simplificar los trámites de aprobación. Aceptan pruebas de seguridad muy poco sensibles. Por ello, existe un riesgo considerable de que alimentos dañinos para la salud no sean detectados.

6. LOS ALIMENTOS DE INGENIERÍA GENÉTICA DESARROLLADOS HASTA AHORA NO POSEEN UN VALOR SIGNIFICATIVO PARA LA HUMANIDAD. Estos productos, en su inmensa mayoría, sólo satisfacen intereses puramente comerciales de los fabricantes.

7. MUY INCOMPLETO ES NUESTRO CONOCIMIENTO SOBRE LOS EFECTOS ECOLÓGICOS de liberar al medio ambiente organismos manipulados genéticamente. No se ha probado en positivo que tales organismos no puedan causar daño ambiental. Ecólogos expertos han llamado la atención sobre varias complicaciones ecológicas posibles. Por ejemplo, hay muchas vías para la contaminación genética incontrolada mediante transgenes potencialmente peligrosos, incluyendo la transferencia de genes mediante bacterias y virus. La mayoría de las complicaciones

ecológicas probablemente serán irreparables, ya que los genes diseminados no pueden recuperarse luego.

8. PUEDEN SURGIR NUEVOS VIRUS POTENCIALMENTE PELIGROSOS.

Se ha demostrado experimentalmente que los genes virales insertados pueden unirse con genes de virus que infecten las células huésped (la llamada recombinación). Tales virus nuevos pueden ser más agresivos que los originales. Los virus también pueden volverse menos específicos respecto a especies determinadas. Por ejemplo, un virus de plantas podría volverse dañino para insectos valiosos, animales o seres humanos.

9. EL CONOCIMIENTO DE LA MOLÉCULA DE LA HERENCIA, EL ADN, ES MUY LIMITADO. Sólo se conoce la función de aproximadamente el 3% del ADN. Resulta arriesgado manipular sistemas complicados que sólo se conocen de forma incompleta. Una amplia experiencia en el ámbito de la biología, la ecología y la medicina enseña que esto puede desembocar en perturbaciones y problemas graves e inesperados.

10. LA INGENIERÍA GENÉTICA NO AYUDARÁ A RESOLVER EL PROBLEMA DEL HAMBRE EN EL MUNDO. La pretensión de que la ingeniería genética puede contribuir de forma significativa a reducir el hambre en el mundo es un mito sin respaldo científico, creado para modificar en sentido favorable las actitudes de la gente hacia la ingeniería genética.

Traducción del inglés: Jorge Riechmann.

**Jaan Suurküla MD. Chairman of
PHYSICIANS AND SCIENTISTS AGAINST
GENETICALLY ENGINEERED FOOD**
An international network for a moratorium on
commercial release of GE-products.

E-mail:

m-25430@mailbox.swipnet.se

Website: "Genetically Engineered Foods - Safety
problems"

[http://home1.swipnet.se/~w-
18472/indexeng.htm](http://home1.swipnet.se/~w-18472/indexeng.htm)

Tel +46-322621347 ax (on the computer, so
please make a second try if the first is not
answered as it may take time to get it started)

ANEJO 3: LA CAMPAÑA DE RECOGIDA DE FIRMAS ¿ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE? NO, GRACIAS

En la primavera de 1998, una amplia coalición de organizaciones sociales (entre ellas CC.OO.) puso en marcha una campaña titulada ¿ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE? NO, GRACIAS. Articulada en torno a la recogida de firmas y las actividades de reflexión, debate e “ilustración popular”, la campaña se desarrolló hasta enero de 1999. El texto que se pedía firmar era el siguiente:

“ Los alimentos manipulados genéticamente están llegando a nuestras cocinas y nuestros estómagos sin etiquetado distintivo, contra la voluntad de la mayoría de la población (expresada en numerosos sondeos y encuestas) y sin que hayamos podido pronunciarnos democráticamente al respecto.

Pese a la propaganda interesada de las empresas multinacionales del sector, hay numerosos problemas de seguridad no resueltos: creemos que los riesgos para la salud humana, la seguridad alimentaria y la conservación de los ecosistemas son hoy por hoy inaceptables. La comercialización de alimentos transgénicos – en el actual contexto económico -social- es un acto irresponsable que convierte a los consumidores en cobayas humanas, y a nuestra insustituible bio sfera en un laboratorio de alto riesgo, ya que desconocemos muchos de los efectos –especialmente a largo plazo– de los organismos modificados genéticamente. Bajo la presión de fuertes intereses comerciales, no nos estamos dando el tiempo ni los medios para estudiar adecuadamente aspectos esenciales de bioseguridad, ni otras opciones más seguras y asequibles para toda la humanidad. El reciente desastre de las “vacas locas” debería bastar para fijar, de una vez por todas, firmes criterios de prudencia en lo que respecta a la industrialización de la alimentación humana.

En este contexto, la posibilidad de patentar seres vivos y material biológico, que acompaña la carrera por dominar los mercados agroalimentarios emprendida por la industria biotecnológica, extiende la privatización y mercantilización de la naturaleza mucho más allá de lo moralmente aceptable, y abre una muy inquietante perspectiva de control monopólico de los procesos vitales por un puñado de transnacionales.

Por todo ello, los y las abajo firmantes declaramos:

- NO A LOS ALIMENTOS MANIPULADOS GENÉTICAMENTE (retirada, en particular, de la soja y el maíz transgénico que en el Estado español ya ha entrado en la cadena alimentaria).
- NO A LAS PATENTES SOBRE LA VIDA (retirada, en particular, de la Directiva sobre patentes biotecnológicas que la Unión Europea pretende aprobar en 1998).
- NO A LA LIBERACIÓN DE ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE EN EL MEDIO AMBIENTE.

Pedimos la realización de un amplio proceso de CONSULTA PÚBLICA sobre estos temas que culmine en la CELEBRACIÓN DE UN REFERÉNDUM VINCULANTE, como lo exige el derecho democrático de una sociedad (y no sólo de la industria) a decidir sobre la orientación de las actividades que tendrán un impacto radical sobre el futuro de la vida de las personas” .

ANEJO 4: LA REGULACIÓN EUROPEA Y ESPAÑOLA SOBRE OMGs

Los usos de los OMGs en la Unión Europea vienen regulados por las directivas 90/219/CEE (sobre utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente) y 90/220/CEE (sobre liberación intencional en el medio ambiente de OMGs), que entraron en vigor en octubre de 1991. Fueron traspuestas al ordenamiento jurídico español con la Ley 15/1994 (de 3 de junio) y el Reglamento que la desarrolla, el Real Decreto 951/1997 (de 20 de junio). Posteriormente, las dos directivas europeas han sido objeto de revisión (así, las decisiones de la Comisión 93/548/CEE y 94/730/CEE relajan los requisitos para la liberación de plantas transgénicas, y también la directiva 98/81/CE modifica la 90/219/CEE).

La evaluación de los riesgos de los OMGs corresponde a la *Comisión Nacional de Bioseguridad* (con las funciones que determina el artículo 45 del Reglamento). Está compuesta por representantes de los ministerios implicados (Medio Ambiente, Sanidad y Consumo, Agricultura, Pesca y Alimentación, Educación y Cultura, Industria y Energía, Economía y Hacienda, Interior) y hasta seis expertos nombrados por el Secretario General de Medio Ambiente. La participación de ONGs y asociaciones de ciudadanos en esta Comisión -posible y deseable, a la luz de las experiencias en otros países -, que propuso Izquierda Unida, fue rechazada en el trámite parlamentario de la ley 15/1994.

Entre 1991 y 1998 la Comisión Nacional de Bioseguridad ha funcionado de manera provisional, sin ningún tipo de escrutinio público ni control independiente de sus decisiones (en este período ha evaluado, por ejemplo, un centenar de liberaciones al medio ambiente de OMGs). No dispone de medios para contrastar la información que le suministran las empresas que se dirigen a ella, ni para verificar si éstas cumplen los requisitos a los que se condicionan las autorizaciones. Hay que subrayar que *ninguno de los miembros de esta Comisión Nacional de Bioseguridad provisional encargada de evaluar -entre otros- los riesgos ecológicos era ecólogo en este período*^{CXIV}. En enero de 1999 la Comisión se constituyó -por fin- de manera oficial y definitiva, incorporando algún experto especializado en ecología.

La Comisión tiene carácter consultivo, aunque todas las autorizaciones que otorga la Administración Central deben estar informadas previamente por la misma. Conceder estas autorizaciones compete a un *Órgano Colegiado* adscrito al Ministerio de Medio Ambiente, compuesto exclusivamente por autoridades ministeriales, y cuyo presidente/a es el Director General de Calidad y Evaluación Ambiental.

Son tres las actividades principales con OMGs que regula la ley española:

(I) Usos de los OMGs en confinamiento (laboratorios, centros de enseñanza, instalaciones industriales...). Sólo es preciso obtener autorización expresa cuando se trabaja a escala industrial con organismos

patógenos; en el resto de los casos basta una simple notificación de la actividad.

(II) Liberación intencional de OMGs al medio ambiente (pruebas de campo). Deben ser autorizadas y supervisadas por la administración competente, que de momento -en espera de que se designen responsables al respecto en las Comunidades Autónomas - es el Ministerio de Medio Ambiente.

(III) Comercialización de OMGs o productos que los contienen. Mientras que en los dos casos anteriores la autorización depende de las autoridades españolas, en esta tercera actividad el procedimiento tiene lugar a nivel comunitario. Uno de los países de la UE actúa como ponente para presentar un producto determinado; si no hay objeciones por parte de los demás países queda aprobado, y si -como suele suceder- algún otro país ve problemas, decide finalmente la Comisión Europea.



ANEJO 5: LA DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO SOBRE PATENTES BIOTECNOLÓGICAS, DE JUNIO DE 1998

La directiva nos parece inaceptable, pues supone un grave paso adelante en la evolución hacia la privatización de la vida y los procesos biológicos en curso desde hace algunos años. Permite establecer derechos monopólicos sobre la vida que constituye la base de la alimentación y la salud de toda la humanidad: los microorganismos, plantas, animales y el propio material genético humano. Está cortada a la medida de las exigencias de las grandes transnacionales biotecnológicas (agroquímicas y farmacéuticas), pero en nuestra opinión contraría los intereses sociales generales. Si el principio de patentar genes se aplicase a la química, habría que permitir patentar el oxígeno, el nitrógeno, el carbono; si se aplicase a la protección de los textos literarios, habría que dejar patentar el alfabeto. Es un despropósito.

Las razones de fondo se expresan con claridad en la Resolución de la Ejecutiva Confederal de CC.OO. sobre Biotecnologías aprobada el 18 de noviembre de 1997: allí se exige textualmente la "prohibición de la concesión de patentes y otros derechos de propiedad industrial sobre seres vivos y sobre material genético procedente de organismos vivos. Retirada de la propuesta de Directiva de la Unión Europea sobre patentes biotecnológicas que aprobó el Parlamento Europeo [en primera lectura] el pasado 16 de julio de 1997"^{cxv}. Unas páginas antes se argumenta:

"El sistema de patentes puede ser una herramienta útil e importante para estimular la invención, manteniendo un equilibrio entre los intereses económicos del inventor y los intereses generales de la sociedad. Pero no debe extenderse al material biológico, incluyendo los genes de seres humanos, animales y plantas, que son algo esencialmente diferente de las invenciones técnicas para las que se creó el derecho de patentes. Creemos que no debe erosionarse la distinción entre invención y descubrimiento, y que no debe progresar en el ámbito de la vida el proceso general de mercantilización y privatización que impulsa el capitalismo por doquier: los genes no deberían ser mercancías".

En 1996-1998, tanto la C.S. de CC.OO. como la Fundación 1º de Mayo han trabajado para intentar evitar la aprobación de una directiva sobre patentes biotecnológicas como la que se estaba gestando, y que este trabajo se hizo en el seno de la amplia coalición europea de organizaciones sociales que cristalizó finalmente en la coordinadora ECOBP (*European Campaign on Biotechnology Patents*). Tanto la C.S. de CC.OO. como la Fundación 1º de Mayo han apoyado el trabajo de ECOBP y comparten sus planteamientos^{cxvi}.

Al contrario de lo que (des)informó la prensa diaria en el mes de mayo de 1998, dentro del propio Parlamento Europeo las opiniones críticas no se han restringido al Grupo Verde. Por el contrario, eurodiputados y eurodiputadas de otros grupos han manifestado el mismo género de preocupaciones y

votaron en contra de la propuesta el pasado 12 de mayo, en la segunda lectura de la directiva en el Parlamento Europeo (hubo aproximadamente 350 votos a favor y 150 en contra).

La directiva aprobada en mayo de 1998 sólo difiere en aspectos marginales de la que rechazó el PE en marzo de 1995, alegando en aquel entonces inquietudes éticas que —a nuestro juicio— mantienen todo su vigor tres años después.

En la votación de la directiva en primera lectura —julio de 1997— el PE introdujo 66 enmiendas, algunas de ellas enmiendas significativas que atenuaban algunos de los peores aspectos del proyecto. Sin embargo, la Comisión básicamente hizo caso omiso de estas correcciones —texto consolidado publicado el 19 de noviembre de 1997—, cambiando sustancialmente tales enmiendas: y en la votación final del 12 de mayo de 1998, el PE —sometido a una fortísima presión de la industria— ha sido incapaz incluso de defender sus enmiendas anteriores, aprobando sin más el texto que le proponían la Comisión Europea y el Consejo de Ministros. Tal texto, repetimos, es inaceptable para nosotros, porque:

- Permite patentar material biológico prácticamente sin restricciones, y con ello desdibuja la diferencia entre invención y descubrimiento, básica en todo el entramado legal de la protección de la propiedad industrial.
- Permite patentar secuencias genéticas humanas, siendo falso que esto vaya a redundar en avances médicos (estamos plenamente de acuerdo con la protección legal de las nuevas terapias o medicamentos basados en tecnologías genéticas, y ello es suficiente para garantizar los avances de la investigación).
- Legaliza la “biopiratería” en contra de la justicia, la adecuada protección de la biodiversidad y los intereses del Sur, sin haber recogido siquiera —por ejemplo— la mínima cautela del consentimiento previo informado de la persona a quien se extrae material genético para patentarlo que introdujo la enmienda 76/rev. del PE, cautela eliminada en el texto final (¡la industria considera inaceptable hasta esto!).
- Permite patentar variedades de plantas y animales y sus componentes, en contra de las leyes europeas de patentes y de los intereses generales de la sociedad.
- Mina el “privilegio del agricultor” (su derecho a reutilizar la simiente).
- Deja peligrosas puertas abiertas en relación con la clonación humana y la utilización de embriones: en la formulación final, por ejemplo, permite patentar los productos de la clonación de seres humanos, o los usos de embriones humanos que no estén destinados a propósitos comerciales o industriales.
- No tiene en cuenta adecuadamente la necesidad de deliberación y valoración ética de las difíciles cuestiones planteadas por las patentes sobre la vida. La exigencia de crear un comité de ética, formulada por el PE, fue aprovechada por la Comisión para “legalizar” su Grupo de Asesores sobre las Implicaciones Éticas de la Biotecnología (art. 7 del texto final), grupo fuertemente contestado desde numerosos sectores sociales y que carece de legitimidad democrática.

La evolución del sistema de patentes en los últimos decenios tiende a *proteger no los derechos de los inventores, sino las inversiones de capital*. A partir de la firma de la “Ronda Uruguay” de los acuerdos del GATT (abril de

1994) y de la creación de la Organización Mundial del Comercio, OMC (enero de 1995), el sistema mundial de Derechos de Propiedad Intelectual, hecho a la medida de las transnacionales del Norte, se convierte cada vez más en un instrumento de dominación sobre el Sur.

Un acontecimiento importante –del que, incomprensiblemente, la prensa de nuestro país no ha informado, que nosotros sepamos– ha sido la *decisión del Parlamento y el Gobierno holandés de recurrir ante el Tribunal Europeo de Justicia la directiva de patentes sobre la vida* (Directiva de la Unión Europea sobre protección legal de invenciones biotecnológicas, 98/44/EEC, publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas el 30 de julio de 1998). A este recurso, presentado el 19 de octubre de 1998, se ha sumado después el gobierno italiano en diciembre de 1998.



ANEJO 6: CRITERIOS PARA EL PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD (EN EL ÁMBITO DEL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE LAS NN.UU.)

En febrero de 1999 se celebró en Cartagena de Indias (Colombia) la sexta ronda de negociaciones del Protocolo de Bioseguridad, una parte del Convenio sobre Diversidad Biológica (pendiente desde la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro, 1992) que debería regular el movimiento transfronterizo de OMGs y productos transgénicos, de manera que se cumplieran condiciones mínimas de bioseguridad. Igual que en las reuniones celebradas en los seis años anteriores, no hubo manera de avanzar en un texto aceptable. EE.UU. –que ni siquiera ha firmado el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992- y los países exportadores de cultivos transgénicos, agrupados en el llamado “grupo de Miami” (EE.UU., Canadá, Argentina, Uruguay, Chile y Australia), impusieron su veto a la posición común de los restantes 132 países. Tal y como declaró la comisaria de medio ambiente de la UE, Ritt Bjerregaard, “los exportadores de productos transgénicos acudieron a la negociación sin ninguna voluntad de avanzar. Lo que buscaban era dictar textualmente los términos del acuerdo”^{cxvii}. El “grupo de Miami” no está dispuesto a aceptar ninguna clase de trabas al libre comercio, que –según ellos– debe prevalecer sobre los intereses sanitarios y medioambientales de la gente. Así, *el comercio de productos transgénicos sigue exento de cualquier clase de restricciones inspiradas por una política de precaución*: y la siguiente ronda de negociaciones no se celebrará hasta mayo del año 2000.

Previamente a la fracasada Cumbre de Cartagena de Indias, la Confederación Sindical de CC.OO. y la Fundación 1º de Mayo se sumaron a la iniciativa de numerosas organizaciones de la sociedad civil europea^{cxviii} para exigir que la protección de la salud humana y la biodiversidad prevaleciesen sobre los intereses comerciales. El texto común era el siguiente:

“ Llamada a los delegados de BSWG VI (Bio-Safety Working Group VI) y la Conferencia Extraordinaria de las Partes.

Nosotras, las organizaciones de la sociedad civil abajo firmantes, instamos a los delegados y delegadas presentes en la reunión final del Grupo de Trabajo sobre Bioseguridad -*Ad hoc Open-ended Working Group on Biosafety*- y en la Conferencia Extraordinaria de las Partes que tendrá lugar en Cartagena (Colombia) del 14 al 23 de febrero de 1999 a que traten los siguientes puntos, que aprobamos, como esenciales para el Protocolo de Bioseguridad:

- El PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN tiene que ser el principio que inspire los procedimientos de toma de decisiones políticas y las evaluaciones de riesgo.
- Las EVALUACIONES DE RIESGO deben basarse en la mejor y más abarcante metodología disponible. Tales evaluaciones de riesgo

abarcantes incluyen tanto ANÁLISIS CIENTÍFICOS como ANÁLISIS SOCIOECONÓMICOS.

- Ha de garantizarse el ACCESO A LA INFORMACIÓN y la PARTICIPACIÓN PÚBLICA en el proceso de toma de decisiones.
- El alcance del Protocolo de Bioseguridad y el procedimiento de CONSENTIMIENTO INFORMADO ha de incluir TODOS LOS OMGs Y SUS PRODUCTOS.
- Sólo se permitirá la importación de OMGs si hay CONSENTIMIENTO EXPLÍCITO {por parte del país importador}.
- El Protocolo de Bioseguridad no concederá derechos jurídicos si n la correspondiente responsabilidad vinculante, y NO OTORGARÁ VENTAJAS COMPARATIVAS A PAÍSES QUE NO HAN FIRMADO EL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA.
- El Protocolo de Bioseguridad ha de incluir CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD CIVIL ESTRUCTA, llevando así a la práctica el principio de 'quien contamina paga' y proporcionando al exportador un incentivo precautorio, al promover la internalización de riesgos en las inversiones y en las consideraciones comerciales.
- El Protocolo de Bioseguridad llevará a la práctica a un ETIQUETADO EN TODA LA CADENA, Y LA SEGREGACIÓN DE OMGs Y SUS PRODUCTOS como precondition indispensable para el proceso de consentimiento informado, y como medida necesaria para el seguimiento y gestión de los riesgos.
- Se establecerá una moratoria mundial al transporte transfronterizo, manejo y utilización de OMGs y sus productos hasta que un Protocolo de Bioseguridad riguroso con fundamento en el Principio de Precaución garantice la conservación de la biodiversidad, su uso sostenible y la protección de la salud humana."

BREVE BIBLIOGRAFÍA EN CASTELLANO

- AA.VV.: número 153 de *Mundo científico*, semimonográfico sobre manipulación genética (enero de 1995).
 - AA.VV. *The Monsanto Files* (edición española). Número monográfico de *The Ecologist*, (correspondiente al número de septiembre -octubre de 1998 en la edición original inglesa), enero de 1999.
 - AA.VV. número monográfico de *Papeles de la FIM* sobre manipulación genética, Madrid 1999.
 - Daniel BORRILLO (coord.): *Genes en el estrado*. CSIC/ IESA, Madrid 1996.
 - María CASADO (coord.): *Bioética, derecho y sociedad*. Trotta, Madrid 1998.
 - CRUCIBLE GROUP: *Gente, plantas y patentes*. CIID/ Nordan, Montevideo (Uruguay) 1994.
 - Alicia DURÁN/ Jorge RIECHMANN (coords.): *Genes en el laboratorio y en la fábrica*. Trotta, Madrid 1998.
 - Eric. S. GRACE: *La biotecnología al desnudo*. Anagrama, Barcelona 1998.
 - Jost HERBIG: *Los ingenieros genéticos*. Argos-Vergara, Barcelona 1984.
 - Henk HOBELINK (coord.): *Más allá de la Revolución Verde. Las nuevas tecnologías genéticas para la agricultura*. Lerna/ ICDA, Barcelona 1987.
 - François JACOB: *El juego de lo posible*. Grijalbo Mondadori, Barcelona 1997.
 - François JACOB: *El ratón, la mosca y el hombre*. Crítica, Barcelona 1998.
 - Albert JACQUARD: *Elogio de la diferencia. La genética y los hombres*. Granica, Barcelona/ Buenos Aires 1987.
 - Albert JACQUARD: *Éste es el tiempo del mundo finito*. Acento, Madrid 1994.
 - Albert JACQUARD: *Los hombres y sus genes*. Debate, Madrid 1995.
 - OCDE: *Biotecnología, agricultura y alimentación*. Mundi-Prensa, Madrid 1993.
 - RAFI (The Rural Advancement Foundation International): *Confinamientos de la razón. Monopolios intelectuales*. RAFI, Ottawa (Canadá) 1997.
 - Daniel SOUTULLO: *La eugenesia*. Talasa, Madrid 1997.
 - Daniel SOUTULLO: *De Darwin al ADN*. Talasa, Madrid 1998.
 - David SUZUKI/ Peter KNUDTSON: *Genética. Conflictos entre la ingeniería genética y los valores humanos*. Tecnos, Madrid 1991.
 - Tom WILKIE: *El conocimiento peligroso. El proyecto Genoma Humano y sus implicaciones*. Debate, Madrid 1994.
-

NOTAS

- ⁱ Para estos datos véase Gerad Middendorf y otros, “New Agricultural Biotechnologies: The Struggle for Democratic Choice”, en *Monthly Review* vol. 50 nº 3 (monográfico titulado *Hungry for Profit*), p. 88 y 90; *El País*, 9.9.98; y el informe “La biotecnología en el campo español” de *Vida Rural* 73 (1 de octubre de 1998).
- ⁱⁱ Mae-Wan Ho: “Genetically Engineered Foods: The Hazards are Inherent in the Technology”, *Third World Network Briefing Paper*, Penang (Malaysia) 1997. De la misma autora: *Genetic Engineering: Dreams or Nightmares?* Research Foundation for Science, Technology and Ecology, New Delhi 1997, p. 31-33.
- ⁱⁱⁱ Robert V. Miller: “Intercambio de genes bacterianos en la naturaleza”. *Investigación y ciencia* 258 (marzo de 1998).
- ^{iv} Por ejemplo, el ADN inyectado puede integrarse -dentro del genoma receptor- en un supresor de un oncogén, desencadenando un cáncer (cf. François Jacob, *El ratón, la mosca y el hombre*, Crítica, Barcelona 1998, p. 158). Al respecto véase: G.M. Wahl, B.R. de Saint Vincent y M.L. DeRose: “Effect of Chromosomal Position on Amplification of Transfected Genes in Animal Cells”. *Nature* 307, 1984, p. 516-520. Véanse también las entradas pertinentes en J. Kendrew (de.), *The Encyclopedia of Molecular Biology*, Blackwell Science, Oxford 1995.
- ^v Seguimos aquí la información del profesor de la Universidad de Caen Gilles-Eric Seralini: “Risques toxiques et environnementaux liés aux plantes transgéniques produisant ou tolérant des pesticides”, ponencia en el coloquio internacional “Génie Génétique”, Parlamento Europeo, 5 de marzo de 1998.
- ^{vi} Debora MacKenzie: “Gut reaction”, *New Scientist*, 30.1.99.
- ^{vii} J.C. Pechère, “Concerns about the presence of a b-lactamase gene in a transgenic maize”. *Newsletter of the International Society of Chemotherapy*, 30 de noviembre de 1998.
- ^{viii} Hay ya evidencia experimental directa de transferencia horizontal de genes desde plantas transgénicas a una bacteria patógena y a un hongo. Veñase K. Schluter, J. Futterer e Y. Potrykus: “Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen...”, *Bio/Technology* 13, 1995, p. 1094-1098. Y también T. Hoffman, C. Golz y O. Schieder, “Foreign DNA sequences are received by a wild-type strain of *Aspergillus niger* after co-culture with transgenic higher plants”. *Current Genetics* 27, 1994, p. 70-76.
- ^{ix} Sobre los problemas asociados con la transferencia horizontal de genes véase Mae Wan-Ho, *Genetic Engineering...*, op. cit., sobre todo los capítulos 8 a 10.
- ^x Ehsan Masood, “UK holds up applications of genetically modified crops”, *Nature* vol. 395 (29.10.98), p. 830. Véase también *The Times*, 18.2.98; y *El país*, 19.2.98.
- ^{xi} Véase T.R. Mikkelsen, B. Andersen y R.B. Jorgensen: “The risk of crop transgene spread”, *Nature* 380, 1996, p. 31.
- ^{xii} Y. Skogsmyr, “Gene dispersal from transgenic potatoes to conspecific: a field trial”. *Theor. Appl. Genet.* 88, 1991, p.770-771.
- ^{xiii} H. Darmency, A Fleury y E. Lefol: “Effect of transgenic release on weed biodiversity: oilseed rape and wild radish”. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, British Crop Protection Council, Farnham, Surrey 1995. De los mismos autores: “Spontaneous hybridizations between oilseed rape and wild radish”, *Molecular Ecology* 7 (1998), p. 1467-1473.
- ^{xiv} Informe de Greenpeace FIUC 98-16, del que se hizo amplio eco la prensa alemana: véase por ejemplo el editorial del *Frankfurter Rundschau* del 13.10.98.
- ^{xv} A.E. Greene y R.F. Allison: “Recombination Between Viral RNA and Transgenic Plant Transcripts”, *Science* 263, 1994, p. 1423-1425. También P. Palukaitis y M.J. Roossinck: “Spontaneous Change of a Benign Satellite RNA of Cucumber Mosaic Virus to a Pathogenic Variant”, *Nature Biotechnology* 14, 1996, p. 1264-1268.
- ^{xvi} Jared Diamond: *El tercer chimpancé*. Espasa-Calpe, Madrid 1994, p. 398.
- ^{xvii} Florianne Koechlin y Daniel Ammann: *Génial. Faits et arguments en faveur de l’initiative pour la protection génétique*. Groupe Suisse de Travail sur le Génie Génétique, Zurich 1995, p. 9. Un tratamiento sistemático de esta cuestión en Chris Bright: “La amenaza de las bioinvasiones”. En Lester R. Brown y otros: *La situación del mundo 1996*, CIP/ Icaria, Barcelona 1996, p. 179-208.
- ^{xviii} US Congress OTA: *Harmful Non-Indigenous Species in the United States*, OTA-F-566, 1993.
- ^{xix} Margaret Mellon y Jane Rissler: “Transgenic Crops: USDA Data on Small-Scale Tests Contribute Little to Commercial Risk Assessment”. *Bio/Technology* vol. 13, p. 96 (enero de 1995).

- ^{xx} Daniel Borrillo, José Luis Luján, Emilio Muñoz y otros: “Políticas públicas, biotecnología y medio ambiente: la gestión de la bioseguridad y los OMGs en España”, IV Jornadas de Investigación de la Red RICTES -Investigadores sobre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad-, Universidad Complutense de Madrid, 6 y 7 de noviembre de 1997, p. 13.
- ^{xxi} Margaret Mellon y Jane Rissler: *Perils Amidst the Promise: Ecological Risks of Transgenic Crops in a Global Market*. Union of Concerned Scientists, Cambridge Ma., 1991.
- ^{xxii} Martin Thurau: *Gute Argumente: Gentechnologie?* Beck Verlag, München 1990, p. 81.
- ^{xxiii} Paul Kingsworth: “Hormonas de crecimiento bovino”, *The Ecologist* vol. 28 nº 5 (edición española), Madrid 1998, p. 19-22.
- ^{xxiv} Shiv Chopra y otros: *rBST (Nutrilac) Gaps Analysis. Report by rBST Internal Review Team*, Health Protection Branch, Health Canada. Ottawa, 21 de abril de 1998. (HEALTH CANADA es el ministerio de sanidad canadiense.)
- ^{xxv} Laura Eggertson: “Researchers threatened, inquiry told”. *Toronto Star*, 17.9.98. Un buen resumen de todo el episodio se encuentra en *Rachel’s Environment & Health Weekly* 621 (del 22.10.98); más información sobre esta hormona recombinante en números anteriores de la revista (381, 382, 383, 454, 483, 593, 598).
- ^{xxvi} Christopher Leakey y Lorraine Fraser: “Scientist on Frankenstein food is proved right”. *Mail on Sunday*, 31.1.99. Puede verse también *El Mundo* del 13.2.99 y *El País* del mismo día.
- ^{xxvii} “Resolución de la Ejecutiva Confederada de CC.OO. sobre biotecnologías”, en Durán/ Riechmann (coords.): *Genes en el laboratorio y en la fábrica*. Trotta, Madrid 1998, p. 356.
- ^{xxviii} Barry Commoner: “Bringing up biotechnology”, *Science for the People*, marzo-abril de 1987. Una traducción de este ensayo se incluye en Durán/ Riechmann, *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, op. cit.
- ^{xxix} R. Nakamura y T. Matsuda: “Rice allergenic proteins and molecular-genetic approach for hypoallergenic rice”, *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry* 60, 1215-1221, 1996.
- ^{xxx} Resulta imposible, por razones de espacio, explicar aquí con detalle la naturaleza de estos riesgos y mencionar las oportunas referencias científicas. Véase al respecto Mae Wan-Ho, *Genetic Engineering...*, op. cit., capítulo 9; J. Rissler y M. Mellon, *The Ecological Risks of Engineered Crops*, MIT Press, Cambridge 1996; S. Krimsky y R.P. Wrubel, *Agricultural Biotechnology and the Environment: Science, Policy and Social Issues*, University of Illinois Press, Urbana 1996.
- ^{xxxi} P. Raphals, “Does medical mystery threaten biotech?” *Science* 249, p. 619, 1990. Arthur N. Mayeno y Gerald J. Gleich: “Eosinophilia-myalgia syndrome and tryptophan production: a cautionary tale”. *Tibtech*, septiembre de 1994 (vol. 12).
- ^{xxxii} Eric S. Grace: *La biotecnología al desnudo. Promesas y realidades*, Anagrama, Barcelona 1998, p. 118.
- ^{xxxiii} R.M. May: “Resisting Resistance”, *Nature* 361, 18.2.93.
- ^{xxxiv} Theo Colborn, Dianna Dumanoski y Pete Myers: *Nuestro futuro robado*. Ecoespaña y Gaia-Proyecto 2050, Madrid 1997.
- ^{xxxv} Grace, *La biotecnología al desnudo. Promesas y realidades*, op. cit., p. 129.
- ^{xxxvi} World Resources Institute: *Población y medio ambiente. Informe del Institute de Recursos Mundiales (en colaboración con el PNUMA y el PNUD)*. Angel Muñoz Ed., Madrid 1996, p. 128.
- ^{xxxvii} W.H. McGaughey y M.E. Whalon en *Science* 258, 1992; *New Scientist*, 12.3.97; *Union of Concerned Scientists Action Alert*, 10.3.97; *Biotech Reporter*, febrero de 1997.
- ^{xxxviii} Ricarda Steinbrecher: “De la revolución verde a la revolución de los genes”, *Gaia*, Madrid, diciembre de 1997, p. 58. Se basa en noticias aparecidas en la prensa australiana: *The Australian*, 20.6.96; *The Sunday Herald Sun*, 23.6.96; *The Canberra Times*, 19.6.96.
- ^{xxxix} SEBIOT (Sociedad Española de Biotecnología), *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, Sebiot, Madrid 1997, p. 47.
- ^{xl} Steinbrecher: “De la revolución verde a la revolución de los genes”, op. cit., p. 58.
- ^{xli} Ricardo Aguilar en el debate “Los riesgos de la manipulación genética”, Ateneo de Madrid, 9.2.99.
- ^{xlii} R. Steyer: “Monsanto makes a bestseller better”, *St. Louis Post-Dispatch*, 21.1.96.
- ^{xliii} Grace, *La biotecnología al desnudo*, op. cit., p. 138.
- ^{xliiv} Bob Sutcliffe (coord.): *El incendio frío, Hambre, alimentación y desarrollo*. Icaria, Barcelona 1996.
- ^{xliv} Anne Simon Moffat: “Toting up the early harvest of transgenic plants”, *Science* vol. 282, 18.12.98, p. 2177.
- ^{xlvi} “No- que siga la cosecha tradicional”. Respuesta de todos los delegados africanos (menos los de Suráfrica) asistentes a la conferencia de la FAO *International Undertaking for Plant Genetic Resources*, junio de 1998. *The Ecologist* vol. 28 nº 5 (edición española), Madrid 1998, p. 43.
- ^{xlvii} No puedo ahondar aquí en esta cuestión, pero remito al importante artículo de R.C. Lewontin “The Maturing of Capitalist Agriculture: Farmer as Proletarian”, en *Monthly Review* vol. 50 nº 3 (monográfico titulado *Hungry for Profit*).

- xlvi Robert F. Service: "Seed-sterilizing 'terminator' -technology sows discord". *Science* vol. 282 850-851, 30.10.98.
- xlvi J. Palca: "Living outside regulation", *Nature* 324, 1986, p. 202. Véase también S. Connor: "Genes on the loose", *New Scientist*, 26 de mayo de 1988.
- ¹ National Research Council: *Field Testing Genetically Modified Organisms: Framework for Decisions*, National Academy Press, Washington DC 1989.
- li Michael A. Heller y Rebecca S. Eisenberg: "Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research". *Science* vol. 280 (1.5.98), 698-701.
- lii Deutsche Presse-Agentur, 24 de febrero de 1998.
- liii Diego de Azqueta: "El conocimiento indígena", *Ecología Política* 11, Barcelona 1996, p. 107-109.
- liv Emilio Muñoz: "Ingeniería genética en el sector primario y secundario: beneficios y problemas". Documento de Trabajo 95-01 del Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC, Madrid 1995, p. 18. Véase también, del mismo autor, "Acción y reacción en la percepción pública de la biotecnología", en SEBIOT, *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, op. cit., p. 117. W. Freudenberg y J. Rurch: "The risks of putting the numbers in context: A cautionary tale", *Risk Analysis* 14(6), 1994, p. 949-958. L. Frewer y otros: "Public concern in the United Kingdom about general and specific applications of genetic engineering", *Science, Technology and Human Values* 22(1), 1997, p. 98-124.
- lv D.R.J. Macer: *Attitudes to Genetic Engineering: Japanese and International Comparisons*. Christchurch, Eubios Ethics Institute 1992. Del mismo autor, "Perception of risks and benefits of in vitro fertilization, genetic engineering and biotechnology", *Social Science and Medicine*, 38/1, p. 23-33. R. Almas y B. Nygard: "New biotechnologies: Attitudes, social movements and regulation", European Congress of Rural Sociology, Praga 1995.
- lvi Jost Herbig: *Los ingenieros genéticos*. Argos-Vergara, Barcelona 1984, p. 85 y ss.
- lvii Vandana Shiva: "El peor de los panoramas futuros". *Viento Sur* 38, Madrid 1998, p. 43-61.
- lviii SEBIOT, *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, op. cit., p. 38-39.
- lix *Plant Breeding News* 74 (del 20 de enero), FAO 1999, p. 19.
- lx La investigación, realizada sobre más de 16.000 personas, estaba dirigida por George Gaskell (de la London School of Economics). Los datos proceden de una rueda de prensa celebrada en Londres el 25.6.97. sobre la que informó Reuters.
- lxi Para una exposición y valoración de esta investigación demoscópica véase José Luis Luján y Luis Moreno: "Public Perception of Biotechnology and Genetic Engineering in Spain". *Technology in Society* vol. 16 num. 3, Pergamon Press 1994. Por otra parte, en otro sondeo (CIRES 1992), el 89% declara que la conservación del medio ambiente ha de ser una prioridad, incluso si ello implica un retraso en el progreso científico-técnico (y sólo el 6% de los encuestados piensa lo contrario).
- lxii Paul Brown: "Printer pulps Monsanto edition of *The Ecologist*", *The Guardian*, 29.9.98. Una amplia coalición de 19 organizaciones sociales (Acció Ecologista-Agró, ACSUR-Las Segovias, Alternativa Verda, Amigos de la Tierra, Asociación Vida Sana, Bakeaz, CC.OO., Ecologistas en Acción, Entrepueblos, Fondo Patrimonio Natural Europeo, Greenpeace, Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, Icaria Editorial, Izquierda Unida, Liberación, Plataforma Rural, Sodepaz, Los Verdes, Revista WorldWatch) ha editado en enero de 1999 25.000 ejemplares de una versión en castellano de este número de *The Ecologist*.
- lxiii Peter Montague: "Cómo escucha Monsanto las otras opiniones", *The Ecologist* vol. 28 nº 5 (edición española), Madrid 1998, p. 50.
- lxiv Steven Gorelick: "Escondiendo al público las informaciones comprometidas". *The Ecologist* vol. 28 nº 5 (edición española), Madrid 1998, p. 52.
- lxv Jennifer Ferrara: "Puertas giratorias: Monsanto y la Administración". *The Ecologist* vol. 28 nº 5 (edición española), Madrid 1998, p. 32-38.
- lxvi Laurie Flynn y Michael Sean Gillard: "Revealed: Lord Sainsbury's interest in key gene patent". *The Guardian*, 16.2.99. Véase también *El País*, 17.2.99, y *El Mundo*, 17.2.99.
- lxvii Robert Dahl: *La democracia y sus críticos*. Paidós, Barcelona 1992, p. 408.
- lxviii Véase al respecto Miguel Moreno Muñoz y Enrique Iáñez Pareja: "Elementos para la resolución de controversias en el debate sobre biotecnología y sociedad", en F. Javier Rodríguez Alcázar, Rosa M^a Medina Doménech y Jesús A. Sánchez Cazorla (coords.): *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz*. Universidad de Granada 1997, p. 309-311.
- lxix *El País*, 25.10.93. Véase Hans Harms: "El modelo NIP contra las deficiencias del sistema democrático representativo para responder a los problemas medioambientales", *Ecología Política* 13, Barcelona 1997. En EE.UU., el Loka Institute organizó la primera "conferencia de consenso" —sobre "Telecomunicaciones y el futuro de la democracia"— en abril de 1997 (puede verse información al respecto en <http://www.loka.org/pages/panel.htm>).

- ^{lxx} *New Scientist*, 9.11.96. Véase también Richard E. Sclove: “Democratizing science and technology”. Conferencia en las “Lecture Series” del Lowell Center for Competitive Enterprise de la Universidad de Massachusetts, 5 de diciembre de 1997.
- ^{lxxi} “Une conférence de citoyens sur les plantes transgéniques”, *La lettre EMERIT* 20, Namur, otoño de 1998, p. 1-3.
- ^{lxxii} Emilio Muñoz: “Nueva biotecnología y sector agropecuario: el reto de las racionalidades contrapuestas”, en Durán/ Riechmann, *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, op. cit., p. 136-137.
- ^{lxxiii} Lee M. Silver: *Vuelta al Edén. Más allá de la clonación en un mundo feliz*. Taurus, Madrid 1998, p. 26.
- ^{lxxiv} Vandana Shiva: *Éthique et agro-industrie*, L’ Harmattan, París 1996.
- ^{lxxv} Biotechnology Working Group: Briefing Paper nº 3, BSWG, Montreal, Canadá, mayo de 1997.
- ^{lxxvi} Daniel Ramón Vidal: *Els gens que mengem*, Edicions Bromera, Alzira (Valencia) 1997, p. 38-40.
- ^{lxxvii} Briefing Paper nº 3 del Biotechnology Working Group. BSWG, Montreal, Canadá, mayo de 1997.
- ^{lxxviii} Battelle-Institut: “Auswirkungen gentechnischer Verfahren auf Produktionsstruktur, Qualifikationserfordernisse und Arbeitsplätze ausgewählter Unternehmen in den USA”. Informe para la Comisión de Investigación del Parlamento Federal Alemán *Chancen und Risiken der Gentechnologie*, Francfort del Meno, octubre de 1985.
- ^{lxxix} Es la tesis central de Francisco García Olmedo en *La tercera revolución verde. Plantas que brillan con luz propia*. Debate, Madrid 1998.
- ^{lxxx} Andreu Missé: “Veinte incógnitas sobre el drama del paro en España”, *El País*, 1.12.96, p. 54.
- ^{lxxxi} Ramón Folch: *Ambiente, emoción y ética*, Ariel, Barcelona 1998, p. 65.
- ^{lxxxii} Declaración de Wingspread (Wisconsin), enero de 1998, recogida en “El principio de precaución ante la incertidumbre científica”, *Daphnia* 13, Madrid, junio de 1998, p. 16. Los trabajos de la conferencia de Wingspread han dado origen a un libro importante: Carolyn Raffensperger y Joel Tickner, *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*, Island Press 1999.
- ^{lxxxiii} Para la interpretación del principio de precaución véase Lutz Wicke: *Umweltökonomie und Umweltpolitik*, Beck, München 1991, p. 55 y ss. Así como Iñaki Bárcena y Peter Schütte: “El principio de precaución medioambiental en la Unión Europea. Aspectos jurídico-políticos”, documento de trabajo del Depto. de Ciencia Política y de la Administración de la Universidad del País Vasco, Bilbao 1997.
- ^{lxxxiv} Joel Tickner: “A commonsense framework for operationalizing the precautionary principle”. *Paper* presentado en la Wingspread Conference on Strategies for Implementing the Precautionary Principle, Racine, 23 al 25 de enero de 1998.
- ^{lxxxv} Daniel Borrillo: “Análisis de la regulación comunitaria y española sobre la utilización, liberación intencional y comercialización de organismos modificados genéticamente”. Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC, Documento de Trabajo 94-04, Madrid (febrero de 1994), p. 8.
- ^{lxxxvi} Jorge Riechmann (coord.): *Necesitar, desear, vivir. Sobre necesidades, desarrollo humano, crecimiento económico y sustentabilidad*. Los Libros de la Catarata, Madrid 1998.
- ^{lxxxvii} David Suzuki y Peter Knudtson: *GenÉtica. Conflictos entre la ingeniería genética y los valores humanos*, Tecnos, Madrid 1991, p. 235.
- ^{lxxxviii} García Olmedo, *La tercera revolución verde*, op. cit., p. 153-154.
- ^{lxxxix} J. Arsac y otros: “Towards a better control over science”, *Nature*, vol. 333, p. 390.
- ^{xc} Página web de Monsanto, 2.12.97.
- ^{xc1} Ignacio Ramonet: “Necesidad de utopía”, *Le Monde Diplomatique* 31 (edición española), Madrid, mayo-junio de 1998, p. 1.
- ^{xcii} Ernest García: “Notas sobre 'desarrollo sustentable' y propósito consciente”, *Ecología Política* 10 (1995), p. 53-54.
- ^{xciii} Armando Albert: “Introducción a la biotecnología”. En SEBIOT, *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, op. cit., p. 20. Comisión de Agricultura y Desarrollo Rural del Parlamento Europeo: “Informe sobre las repercusiones de la biotecnología en la agricultura” (ponente: Hedwig Keppelhoff-Wiechert), presentado el 3.2.98. *Plant Breeding News* 74 (del 20 de enero), FAO 1999, p. 7.
- ^{xciv} SEBIOT, *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, op. cit., p. 91; página web del JOINT RESEARCH CENTRE de la Comisión Europea (<http://biotech.jrc.it/es.htm>).
- ^{xcv} Joel Tickner: “The precautionary principle”. *The Networker*, vol. 2 number 4 (mayo de 1997).
- ^{xcvi} J. Atienza y J.L. Luján, *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*, informe del CIS (resultados del estudio 2213), Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid 1997, p. 20 y 79.
- ^{xcvii} Se encontrarán materiales interesantes sobre *evaluación social de la ciencia y la tecnología* en los numerosos trabajos del INVESCIT (Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología). Véase por ejemplo INVESCIT, *Filosofía de la tecnología*, número monográfico (94-95) de la revista *Anthropos*,

Barcelona 1989; José Sanmartín, *Tecnología y futuro humano*, Anthropos, Barcelona 1990; Manuel Medina y José Sanmartín (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Anthropos, Barcelona 1990.

^{xcviii} Para una introducción a la compleja discusión sobre necesidades básicas véase Jorge Riechmann (coord.): *Necesitar, desear, vivir*, op. cit.

^{xcix} Para esta discusión véase Otto Ullrich: “Razones para una nueva comprensión de la técnica. Tesis para una reorientación en la política sindical”, en Jorge Riechmann y Francisco Fernández Buey (coords.): *Trabajar sin destruir. Trabajadores, sindicatos y ecología*, Eds. HOAC, Madrid 1998. Véanse igualmente las consideraciones sobre la racionalidad en la “gestión de riesgos” en Durán/ Riechmann, *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, op. cit., p. 319-325.

^c Malén Ruiz de Elvira: “La vacuna de los pobres”. *El País Semanal*, 24.7.94, p. 48-55.

^{ci} Véase por ejemplo Emilio Muñoz: “La revolución biológica”, en *Anuario EL PAÍS de ciencia, tecnología y medio ambiente 1996*, p. 126-129. Muñoz señala que actualmente se comercializa una veintena de medicamentos basados en tecnologías de ADN recombinante, pero varios cientos más se hallan en fase de investigación, desarrollo o ensayo clínico. Véase también Antonio Coloma: “Aplicaciones médicas de la biotecnología: el desarrollo de la genética molecular humana”, en Durán/ Riechmann (coords.), *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, op. cit. Y Daniel Ramón Vidal, *Els gens que mengem*, op. cit., p. 98 y ss

^{cii} Greenpeace: “Aplicaciones médicas de la ingeniería genética”, documento policopiado. Greenpeace España, junio de 1997.

^{ciii} David A. O’ Brochta y Peter W. Atkinson: “Ingeniería genética contra las plagas de insectos”, *Investigación y Ciencia*, febrero de 1999, p. 67-68.

^{civ} Pamela C. Ronald: “Creación de un arroz resistente a las enfermedades”. *Investigación y ciencia* 256, enero de 1998, p. 68-73.

^{cv} Daniel Ramón Vidal: *Els gens que mengem*, op. cit., p. 75.

^{cvi} Grace, *La biotecnología al desnudo*, op. cit., p. 170.

^{cvii} St. Louis Post-Dispatch: “Monsanto cancels bio-plastics venture”, 8.2.99.

^{cviii} Todd Lewan para The Associated Press, 20.12.97.

^{cix} Noëlle Lenoir, “La bioética debe evitar un Chernobíil genético”, *Quark* 1, Barcelona, octubre-diciembre de 1995, p. 73-85

^{cx} Editorial de *Nature*, 14.3.96.

^{cxí} Pere Puigdomènech: “Qué son y cómo se hacen las plantas transgénicas”. En SEBIOT (Sociedad Española de Biotecnología), *Libro verde de la biotecnología en agricultura*, op. cit., p. 64.

^{cxii} Francisco García Olmedo: *La tercera revolución verde*, op. cit., p. 128.

^{cxiii} Robert V. Miller: “Intercambio de genes bacterianos en la naturaleza”. *Investigación y ciencia* 258 (marzo de 1998).

^{cxiv} Daniel Borrillo, José Luis Luján, Emilio Muñoz y otros: “Políticas públicas, biotecnología y medio ambiente: la gestión de la bioseguridad y los OMGs en España”, IV Jornadas de Investigación de la Red RICTES -Investigadores sobre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad-, Universidad Complutense de Madrid, 6 y 7 de noviembre de 1997.

^{cxv} Puede consultarse la resolución en Alicia Durán y Jorge Riechmann (coords.): *Genes en el laboratorio y en la fábrica*. Trotta, Madrid 1998, p. 351-362. El paso citado, en la p. 160.

^{cxvi} Formulados, por ejemplo, en el folleto *Guide for the second reading on the European Life Patent Directive*, ECOBP, Bruselas 1998.

^{cxvii} Declaraciones recogidas en *El País*, 26.2.99.

^{cxviii} Entre ellas: Baseler Apell gegen Gentechnologie (Suiza), Ecoropa, Coordinación Europea NO PATENTS ON LIFE, The GAIA Foundation (Reino Unido), la Asociación Federal contra los Experimentos con Animales (Alemania), el Foro Alemán de ONGs de Medio Ambiente y Desarrollo, Schweizer Arbeitsgruppe Gentechnologie (Suiza), la Asociación Sueca de Agricultores Ecológicos, la Sociedad Sueca para la Conservación de la Naturaleza y el Grupo de Trabajo de Veterinarios Críticos (Alemania).