

Algunas implicaciones éticas y jurídicas de los transgénicos

Juan Miguel Mora Sánchez*

RESUMEN

Es tema de acalorados y, en ocasiones, hasta viscerales debates y discusiones todo lo relacionado con los alimentos transgénicos. En la última década -y con mayor intensidad este último lustro- todos los implicados en estos asuntos (científicos, representantes de la industria y de los productores agropecuarios, políticos, grupos ambientalistas, organizaciones de consumidores, etc.) andan enfrascados en encarnizadas luchas y en interminables debates y controversias. Cada uno defendiendo su posición y sus respectivos intereses, en ocasiones, de una forma poco afortunada, con argumentos carentes de base científica y con excesiva -y poco recomendable- utilización de componentes retóricos y hasta “emocionales”. Unos hablan de presuntos riesgos y enormes posibilidades (“los tecnooptimistas”); otros, por el contrario, de enormes riesgos y presuntas o poco probables posibilidades (“los tecnocatastrofistas”). Pero la falta de transparencia informativa y una serie de estrategias poco afortunadas por parte de algunos han propiciado en gran parte de la opinión pública un clima de desconfianza y rechazo hacia los alimentos transgénicos, echándose de menos una difusión de la información por los cauces y canales adecuados.

ABSTRACT

It is a topic of heated, and in some occasions visceral debates, all that is related to transgenic food. In the last decade - and with a greater intensity, this last lustrum- all those implied in these issues (scientists, representatives of agriculture and livestock industry and producers, politicians, environment protection groups, consumers organizations, etc.) run around entangled in fierce struggles and never-ending debates and controversies, each defending his own position and respective interests, on occasion in a very unfortunate way, with arguments that lack to a scientific basis and with excessive -and leaslii recommendable- utilizátion of rhetoric and even “emotional” components.

* Doctor en Derecho por la Universidad de Granada (España) e investigador de la Cátedra Interuniversitaria Fundación BBVA-Diputación Foral de Bizkaia de Derecho y Genoma Humano, Universidad de Deusto-Universidad del País Vasco/EHU, Bilbao, donde también desempeña tareas docentes. Ha completado su formación en el extranjero con estancias en centros como Sheffield Institute of Biotechnological Law and Ethics (SIBLE), Faculty of Law, University of Sheffield (Reino Unido). Ha participado como ponente en numerosos congresos y seminarios de carácter nacional e internacional. Además de esta obra, es autor de otras relativas también a estos temas de Derecho y Genética. Colabora en la redacción de la prestigiosa Revista de Derecho y Genoma Humano/Law and the Human Genome Review. En la actualidad dirige la Tesis a tres estudiantes colombianos de la Universidad de Nuestra Señora del Rosario de Bogotá.

Some speak of presumed risks and enormous possibilities (“the techno-optimists”); others, contrarily speak of enormous risks and presumed or little probable possibilities (“The techno-catastrophists”). But the lack of informative transparency and a series of little fortunate strategies on behalf of some have provoked a climate of mistrust and rejection in a great part of the public opinion towards transgenic foods, neglecting a diffusion of the information through adequate streams and canals.

PALABRAS CLAVE:

Alimentos transgénicos
Biotecnología vegetal
Riesgos medio ambiente
Salud humana; bioética.

INTRODUCCIÓN

El hombre lleva varios miles de años modificando los alimentos que consume. En un sentido amplio, podría decirse que la mejora genética de alimentos (plantas y animales) se remonta a los tiempos más antiguos mediante la aplicación intuitiva de procesos de cruzamiento y selección (métodos convencionales). La diferencia es que ahora ¹ingeniería genética permite llevar a cabo, en pocos años y de forma controlada, lo que antes podía costar décadas o incluso siglos, siendo, por lo tanto, más exacta y más rápida en la consecución de sus objetivos, ya que el nuevo gen introducido actuará de una forma específica, predecible y controlable. Por ejemplo, la modificación o mejora de plantas con técnicas tradicionales suponía la transmisión incontrolada de cientos de miles de genes; por el contrario, la biotecnología vegetal permite la transferencia selectiva de un gen o unos pocos genes deseados, sin necesidad de usar el método tradicional de prueba y error para lograr el cultivo o las características deseadas. Por consiguiente, desde el momento en que los primeros hombres se dieron cuenta de que podían cultivar sus propias plantas y criar sus propios animales, puede decirse que empezamos a usar la biotecnología. En la antigüedad, el hombre descubrió, casi por casualidad, cómo utilizar los procesos biológicos que ocurren permanentemente con las células vivas. Aunque no entendía los procesos, sí observaba los resultados (descubrió como el jugo fermentado de la uva se convertía en * vino, o que la leche puede convertirse en queso o yogur, que la cerveza puede hacerse fermentando soluciones de malta, etc.)¹

El Convenio sobre la Diversidad Biológica, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992², en su artículo 2, define la biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. Por otra parte, las plantas transgénicas, creadas gracias a la biotecnología vegetal, serían aquellas que llevan, en su genoma, uno o más genes (transgenes) provenientes de otra especie vegetal, animal o microbiana, con lo que se introducen y expresan genes de unos

organismos en otros, no emparentados filogenéticamente, saltándose, de este modo, las barreras reproductivas establecidas por la evolución.

La era de los denominados “alimentos transgénicos” para el consumo humano se inició el 18 de mayo de 1994, cuando en Estados Unidos la Food and Drug Administration (FDA) autorizó la comercialización del tomate “Flavr-Savr”, producido por la empresa Calgene.³ Este tema se ha convertido, en los últimos años, en fuente de encendidos debates en muy distintos foros y, en ocasiones, con posturas y toma de posiciones encontradas y viscerales. Unos hablan de presuntos riesgos y enormes posibilidades; otros, por el contrario, de enormes riesgos y presuntas o poco probables y efectivas posibilidades o utilidades. La falta de transparencia informativa y una serie de estrategias poco afortunadas por parte de los más interesados en la rápida comercialización de estos productos (multinacionales del sector, los gobiernos de determinados países, etc.)⁴ han propiciado entre gran parte de la opinión pública un clima de desconfianza y rechazo hacia los alimentos transgénicos.⁵

1. BENEFICIOS DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

En la actualidad las aplicaciones de la biotecnología vegetal ofrecen un amplio abanico de posibilidades. En concreto, algunos de los beneficios que pueden obtenerse a través del empleo generalizado de estas técnicas serían:

- Aumento del rendimiento y de la producción. Esto se consigue en parte gracias a la creación de plantas resistentes a plagas, enfermedades, y que toleran el estrés biótico y abiótico (cultivos resistentes a los ataques de virus, bacterias, hongos o insectos sin la necesidad de emplear productos químicos, lo que supone un ahorro económico y menor daño al medio ambiente por la reducción del empleo de productos agroquímicos como plaguicidas, herbicidas, etc.).
- Aumento de la calidad y, por lo tanto, agregación de valor a esos productos. Con una mejora de las características organolépticas (olor, sabor, textura). Y plantas o frutos con un mayor valor nutritivo (enriquecidas en micronutrientes: vitamina A⁶, yodo, hierro, etc.). Prolongación de la vida comercial y un mejor manejo postcosecha, con un mayor tiempo de conservación.
- Plantas resistentes a condiciones adversas de clima y suelo (condiciones ambientales agresivas: heladas, sequías, suelos salinos, etc.). Con ello surge la posibilidad de uso de tierras marginales⁷
- Plantas que actúan como fábricas de fármacos y vacunas. Suele suceder que las vacunas no llegan a quienes más lo necesitan⁸. Con esto se abre la posibilidad de producir vacunas en productos que pueden ser ingeridos como parte de la dieta. Estas plantas llevarían ya incorporadas todas esas sustancias terapéuticas o inmunológicas.⁹ En este punto es importante señalar que muchos productos -muy importantes desde el punto de vista sanitario y farmacéutico- han sido creados a través de la biotecnología: insulina, hormona del crecimiento, etc.¹⁰
- Plantas manipuladas genéticamente capaces de absorber y transformar materiales contaminantes mediante procesos de fitorremediación. Es decir, la aplicación de procesos biotecnológicos

a la protección y restauración de la calidad del medio ambiente (biorreparación)¹¹. Plantas productoras de plástico o de otros compuestos o suministros útiles en el nivel industrial. De esta forma la biotecnología también puede utilizarse para desarrollar productos y procesos que generen menos residuos y empleen menos recursos no renovables y menos energía, contribuyendo todo ello a una sociedad más sostenible.

No debemos olvidar que las posibilidades de la agricultura actual de satisfacer las demandas futuras son limitadas. La población mundial continúa creciendo a una tasa del 1,5% anual. Se prevé que la población mundial será de 8.000 millones para el año 2020 y de 11.000 millones para el 2050. La mayor parte de este crecimiento ocurrirá en áreas ya superpobladas, subdesarrolladas y pobres de África, Asia y Latinoamérica, las que tendrán el 90% de la población mundial. En cualquier caso -y dadas las cifras anteriores- con las prácticas agrícolas intensivas derivadas de la "Revolución Verde"¹² será poco menos que imposible alimentar a toda esa población. Actualmente la malnutrición afecta a unos 2.000 millones de personas, de las cuales alrededor de la mitad (unos 1.000 millones) sufren hambre estricta. La disponibilidad de agua dulce y de suelo agrícola son dos factores que limitan la producción agraria. Se calcula que se necesita media hectárea de suelo agrícola por persona, y sin embargo, en la actualidad únicamente se dispone de media hectárea. Además, se prevé que dentro de cuatro o cinco décadas se reduzca aún más como consecuencia del aumento demográfico y de la permanente erosión del suelo cultivado. Por consiguiente, pensamos que nuestro futuro alimentario está en un aumento de la productividad agrícola gracias a la biotecnología vegetal. Pero eso sí, con métodos compatibles con el medio ambiente y sin riesgo para la salud humana.

También es verdad que lo de erradicar el hambre en el mundo, exclusivamente gracias a esta nueva tecnología es, cuando menos, un poco exagerado, ya que esto depende más bien de decisiones políticas y de una organización socio-económica distinta y se debe, en gran medida, a problemas de distribución de alimentos. Por ello, es, cuando menos, aventurado el decir que la biotecnología va a salvar nuestro futuro agroalimentario. En la actualidad, existe exceso de producción en los países occidentales, mientras que miles de niños mueren diariamente de hambre en otras partes del Planeta¹³. Aunque no es menos cierto que las variedades resistentes a plagas y enfermedades pueden resolver muchos problemas a agricultores que practican una agricultura de subsistencia. Pero en cualquier caso, y desde un punto de vista teórico, es indiscutible que los alimentos transgénicos significan un avance potencial que puede solucionar problemas de hambre y salud en el mundo¹⁴.

Otra de las cuestiones que a este respecto también genera bastante rechazo en la opinión pública es la de que la mayoría de las patentes en biotecnología vegetal están en manos de unas pocas multinacionales. Por citar algunos ejemplos, las cinco empresas con mayor número de patentes sobre el maíz, la patata y el maíz transgénico son titulares aproximadamente del 90% de las solicitudes registradas. Esto no es de extrañar si observamos los datos de que a principios de los años 80 en Estados Unidos un 80% de la mejora de cultivos se llevaba a cabo en las universidades y otras instituciones públicas, cifras que podían extrapolarse a otros países occidentales. Sin embargo, en la actualidad se está produciendo una ingente concentración de I+D en manos de la industria,

siendo capital privado el que principalmente está utilizándose en este tipo de investigaciones¹⁵. Quizás también por este motivo la primera generación de transgénicos ha estado orientada generalmente a conceder ventajas o beneficios para la industria (v. gr. plantas resistentes a herbicidas que ellos mismos producen) o para las necesidades de la agricultura comercial a gran escala, en vez debatía las del pequeño campesino que hace una agricultura de subsistencia¹⁶. En cuanto a los consumidores parece van a ser una prioridad a parar de ahora y se van a convertir en uno de los grandes beneficiados de estas nuevas biotecnologías y de la irrupción en el mercado de los nuevos productos fruto de las mismas.

2. RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA

Todo lo anteriormente descrito conlleva una serie de riesgos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Pero es necesario partir de la premisa de que no existe riesgo cero, sino que toda actividad humana, todo fenómeno natural, conlleva un cierto riesgo que ha de ser evaluado en función de los beneficios que tal actividad reporta. Nuestra sociedad demanda que se hagan esfuerzos en el control de los alimentos que consumimos. Los riesgos para la salud que se pueden derivar del consumo de alimentos, así como la manera de reducirlos, son tema de honda preocupación en los gobiernos de los diferentes países.

Se dice que los productos transgénicos pueden producir alergias. La alergia es una reacción exagerada del organismo contra una sustancia (normalmente una proteína) extraña a él. En las plantas transgénicas, al introducir un gen para una proteína que no se encontraba anteriormente en ella, existe la posibilidad que ésta provoque reacciones alérgicas imprevistas en parte de la población. No existe ninguna evidencia de que las proteínas introducidas por medio de la ingeniería genética sean más alergénicas que las naturales. Muchas de las plantas agrícolas que consumimos actualmente contienen toxinas y alérgenos naturales. A pesar de todo lo antedicho, deberán hacerse todas las pruebas inmunológicas oportunas de toxicidad y alerginidad (efectos tóxicos, alergénicos o patológicos) para erradicar cualquier posible efecto negativo de este tipo.

Igualmente, los alimentos transgénicos podrían crear resistencias a antibióticos. Para modificar el genoma de una planta se utiliza el gen que se quiere insertar y otros genes auxiliares. Algunos de estos genes marcadores confieren resistencia frente a determinados antibióticos. El uso generalizado de tales genes en las plantas pudiera aumentar la resistencia de los patógenos humanos a los antibióticos. De todas formas, según los expertos, la probabilidad de que el gen de la resistencia pueda transferirse a bacterias de la flora intestinal es muy escasa. Nuestra propia flora intestinal contiene ya de por sí gérmenes resistentes a uno o varios antibióticos.

Antes de la comercialización de un nuevo alimento o ingrediente alimentario que contenga o consista en un OGM o que se produzca a partir de ellos, se hace necesario realizar todas aquellas pruebas inmunológicas específicas que se estimen oportunas para evitar efectos indeseados, por lo que estos alimentos estarán convenientemente ensayados antes de su introducción en el mercado. Cualquier tipo de evaluación deberá hacerse caso por caso, paso a paso, siendo por ello la valoración totalmente individualizada. El sistema de evaluación de base científica determinará

objetivamente qué riesgos conlleva un determinado OGM antes de su posible homologación. Este estricto control minimizará cualquier posible riesgo. Mediante el sistema de equivalencia sustancial se compararán las especies modificadas genéticamente con sus contrapartes tradicionales, viéndose o considerándose los efectos deseados e indeseados de ambas especies. Los procesos para la evaluación de la seguridad, inocuidad o salubridad a los que se somete a los alimentos genéticamente modificados son mucho más complejos que a los que se somete el resto de los alimentos. Como muy gráficamente señalan algunos, si se aplicaran a los productos presentes en el supermercado los mismos criterios que a los transgénicos habría que vaciar sus estanterías. Es más, si esta moderna tecnología se desarrolla adecuadamente puede ofrecer un potencial nuevo y amplio a la seguridad alimentaria.

En todo esto puede jugar un papel importante el principio de precaución, por medio del cual deberán aplicarse medidas adecuadas de protección cuando exista una sospecha de algún efecto adverso de riesgo o daño para la salud de las personas o para el medio ambiente en relación con determinada actividad, aunque no exista evidencia científica al respecto. Pero en todo caso, se requiere una mínima sospecha fundada y razonablemente contrastada, para evitar que esto sea utilizado con fines proteccionistas o económicos y como arma arrojadiza en guerras y disputas comerciales. Este principio podrá utilizarse cuando se planteen dilemas a la hora de la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre por la existencia de un determinado riesgo y la probabilidad de la causación de un daño en la salud o en el medio ambiente. Si bien a través de la aplicación de este principio no se acabará con las incertidumbres ni se evitarán las consecuencias de la ignorancia, al menos podrá facilitar la anticipación a impactos graves, la mejora del equilibrio entre los pros y los contras de la innovación tecnológica y científica, así como la minimización de los costes de las sorpresas desagradables.

En conclusión, los posibles riesgos antedichos deben servirnos para actuar con responsabilidad y para aumentar las cautelas y el rigor de los controles. Los expertos deben continuar trabajando para conocer e identificar más riesgos, sus causas y los remedios o las soluciones a los mismos. Pero tampoco sería conveniente combatir el progreso bajo la constante invocación de riesgos desconocidos, a veces fruto o consecuencia de anteriores y negativas experiencias.

3. RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Existe una creciente conciencia en las sociedades avanzadas acerca de la necesidad de considerar la conservación del medio ambiente como una prioridad política.

Se está produciendo una liberación de OGM a gran escala. Casi la totalidad de la soja, el maíz, el algodón, que se producen actualmente en el mundo, principalmente en países como EE.UU., Argentina o Canadá, son cultivos transgénicos¹⁷ En la actualidad, hay alrededor de 58 millones de hectáreas en el mundo de cultivos transgénicos, lo que supone o representa un 45% de la producción agraria total en el mundo¹⁸. Hay una incertidumbre sobre la manera en que las nuevas especies introducidas interactúan con el ambiente. La literatura científica se hace eco de posibles riesgos para los ecosistemas.

Existe el peligro de transferencia de transgenes a través del polen a otros cultivos de la misma especie o a especies silvestres relacionadas (polinización cruzada). El uso masivo y continuado de determinados herbicidas puede acarrear consecuencias o efectos indeseables, como la transmisión de resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas, formación de “super-malezas”, etc. Puede haber una hibridación de estas plantas transgénicas con sus parientes silvestres. Este flujo genético puede conducir a la pérdida de identidad genética de las poblaciones silvestres, a su extinción, o bien a la conversión o exacerbación de malas hierbas. Si bien, para que se produzca hibridación, se necesita la actuación de varios factores que deben darse conjuntamente.¹⁹ También la biotecnología vegetal puede conllevar riesgos de erosión genética y de reducción de la biodiversidad de manera indirecta por el desplazamiento de variedades locales y su diversidad al adoptar los agricultores variedades uniformes desde el punto de vista genético de plantas.

A esto hay que añadir que la evaluación de los riesgos ecológicos es muy compleja y, en ocasiones, difícil de prever. Por consiguiente, las cautelas y las precauciones en este terreno deberán ser extremas, aunque, tras treinta años de utilización de la tecnología transgénica, no se ha producido ningún accidente digno de ser reseñado.

4. REFLEXIONES FINALES

Partiendo de la premisa de que los organismos modificados genéticamente y los alimentos transgénicos son un fenómeno irreversible, diremos que a todo este mundo de los transgénicos hay que acercarse de una forma honesta, en busca de la realidad. Lo transgénico es algo de moda porque revolucionará la ganadería, la agricultura, etc., y, además, mueve grandes intereses económicos. Aunque esto no conlleva necesariamente que sea malo o perjudicial, tampoco debemos olvidar los posibles impactos en el medio ambiente o en la salud de las personas que todo esto puede acarrear.

Lo conveniente, deseable y, por ello, necesario sería que se planteara un debate sosegado, serio y riguroso por parte de todos los interesados en el desarrollo de la biotecnología y también de todos los implicados en estos asuntos, que a fin de cuentas lo somos todos, donde fueran escuchadas y tenidas en cuenta las opiniones de científicos, investigadores y expertos, de los políticos, de los representantes de la industria y de los productores agropecuarios, de los grupos ambientalistas, de las organizaciones de consumidores, etc., en suma, de la sociedad en general, que es el sector mayoritario. Que este debate y diálogo constructivo permitiese -en la medida de lo posible- el avance de la ciencia, y evitase a la vez peligros y riesgos innecesarios. En el fondo, la adopción de la tecnología es una decisión social que no puede hacerse por decisión de los políticos, de las empresas, o de la comunidad científica, sino que, necesariamente, tiene que hacerse de común acuerdo. Hay que “democratizar” la ciencia y la tecnología, pero desde planteamientos serios y reflexivos, alejados de tintes viscerales e impulsivos. Por todo ello, sería conveniente que la ciudadanía en general fuera educada e informada en todas estas cuestiones para que así pudiese participar de una forma mucho más activa en la toma de decisiones.

Los avances de la ciencia requieren un sistema de intercambio de información abierto, cuyos argumentos se basen en evidencias comprobables. El conocimiento debe ser científico, académico y no publicitario, ya que es muy fácil vender el miedo, el temor. Los argumentos que apelan al miedo a lo desconocido resultan moralmente inaceptables. El hombre, en todas las épocas, ha tenido necesidad de cambio y al mismo tiempo, miedo al cambio. Estas actitudes de incertidumbre, duda, desconfianza, hostilidad, en muchos casos se deben más a la prudencia que al conocimiento informado. En el Informe sobre Desarrollo Humano 2001²⁰ se señala la necesidad de una nueva visión en el campo de la biotecnología agrícola, en donde el desarrollo esté reforzado por la tecnología. Esto exige –continúa diciendo el Informe– una política oficial vigorosa y sensata, la incorporación de garantías reguladoras claras, especialmente en biotecnología, para garantizar que la tecnología no elimine la base del desarrollo, sino que, por el contrario, canalice una porción significativa de sus beneficios hacia los pobres. Y también hacen falta alianzas, con visión de futuro, entre lo público y lo privado, que utilicen los incentivos fiscales y la investigación y el desarrollo de instituciones públicas, como las universidades, para encabezar un tipo de investigación que anime al sector privado a proporcionar tecnologías asequibles y accesibles para el Sur.

Toda tecnología implica riesgos y efectos colaterales, y éstos se multiplican cuando la tecnología es usada a gran escala. La definición y la percepción de este riesgo, sin embargo, pueden variar según la conciencia y las motivaciones de cada individuo y deben ponerse en contraposición a los posibles beneficios a la hora de determinar la factibilidad de una tecnología nueva. Las sociedades modernas son conscientes de que en determinadas ocasiones hay que asumir ciertos riesgos. Incluso algunos afirman que los riesgos vinculados a los productos transgénicos se han exagerado, ya que hasta ahora no se ha producido ningún efecto negativo digno de ser apreciado o reseñado.

Pero gracias -en parte- a las campañas que vienen desarrollando grupos ecologistas, organizaciones de consumidores y otros grupos de presión, se está adoptando una serie de medidas legislativas, tanto en los ámbitos nacionales como en el supra-nacional, que están regulando todo este sector, lo que contribuye, en cierta medida, a crear una relativa seguridad, confianza y tranquilidad a la ciudadanía. En todo caso, ha de extremarse el rigor legislativo. Los procesos regulatorios han de ser transparentes. Lo contrario supondría una opción desafortunada que lo único que conseguiría sería abonar aún más los recelos de una sociedad bastante sensibilizada con estas cuestiones. El desarrollo de mecanismos e instrumentos reguladores es una ardua y compleja tarea, debido principalmente a que por la novedad de esta tecnología y por las especiales características de la misma, en ocasiones, los riesgos relacionados con su empleo son inciertos, y difíciles de conocer y evaluar. Por todo ello, las distintas instituciones deberían hacer un “sobreesfuerzo” para encuadrar y definir políticas sensatas y eficaces que protejan la salud humana y el medio ambiente, a la vez que contribuyen a un desarrollo sostenible.

Con este trabajo intentamos contribuir modestamente a la difusión de las relativas grandezas y, por qué no decirlo, también de algunas miserias que acompañan el desarrollo de la biotecnología y a algunas de sus aplicaciones. Somos conscientes de que hacer declaraciones de intención es fácil y tomar decisiones es algo mucho más complejo, máxime cuando existen tantos intereses socioeconómicos de por medio, en muchos casos contrapuestos y difícilmente conciliables, pero

dado lo que nos jugamos debemos hacer un sobre esfuerzo e intentar avanzar por el bien de todos. Sería un error perder este tren, un tren que llega cargado de oportunidades pero también de responsabilidades.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- AA.W: *El Derecho ante el Proyecto Genoma Humano*, Fundación BBV Vols. I, II, III y IV Bilbao, 1994.
- AA.W: *Proyecto Genoma Humano: Ética*, Fundación BBV Bilbao, 1991, (con motivo del II Seminario sobre Cooperación Internacional para el Proyecto Genoma Humano celebrado en Valencia en noviembre de 1990)
- AGUADO CORREA, Teresa. *El principio de proporcionalidad en Derecho Penal*. Ed. Edersa. Madrid, 1999.
- AITKEN, Colin G./Stoney, D., *The use of statistics in forensic science*, Ellis Horwood, New York, 1991.
- BACIGALUPO ZAPATER, Enrique. "La protección de los derechos fundamentales por la jurisdicción constitucional y por el Poder Judicial". *Poder judicial*, núm. 45, marzo 1997, págs. 31-53.
- BERNARDO, J.M., Bioestadística. *Una perspectiva bayesiana*, Vicens-Vives. Barcelona, 1991.
- BUSTOS PUECHE, José Enrique. *El derecho civil ante el reto de la nueva genética*. Ed. Dykinson, Madrid. 1996.
- CABEZUELO ARENAS, Ana Laura. *Derecho a la intimidad*, Ed. Titán Lo Blanch, Valencia, 1998.
- CANN, R. L./STONEKING, M./WILSON, A.C., "Mitochondrial DNA and Human Evolution" ,*Nature*, Vol. 325, 1987, págs. 31-36.

NOTAS:

- ¹ Juan Miguel MORA SÁNCHEZ, "Alimentos transgénicos: esperanza o amenaza". Los nuevos retos en la vida humana, Ed. Universidad Popular para la Educación y la Cultura de Burgos, Burgos, 2002, p.37.
- ² Instrumento de ratificación de 16 de noviembre de 1993 (BOE num. 27, de 1 de febrero de 1994).
- ³ Tomate que ya ha dejado de producirse. Sobre la historia de este tomate puede verse Berlinda MARTINEAU, *First Fruit The creation of the Flavr Savr Tomata and the Birth of Biotech Food*, McGraw-Hill, New York, 2001.
- ⁴ Existen diferencias de criterio entre los países que son grandes productores y exportadores de variedades transgénicas (Estados Unidos, Canadá, Argentina, etc.) y los receptores de esos productos. Los gobiernos de los primeros aprueban la siembra de estas variedades con mayor rapidez que los gobiernos importadores autorizan la comercialización de esos productos en sus territorios. En la actualidad -en algunos países, v.gr. Argentina, para evitar esto no se suele autorizar ese producto transgénico hasta que no se compruebe que éste puede venderse en los principales mercados de destino externos.
- ⁵ Para tener una visión de conjunto de cómo se encuentra toda esta cuestión en países que integran la Unión Europea como Italia, Francia, Reino Unido, Alemania, España, etc., vid. AA.W. "Le technologie genetique applicate all'a gricoltura in Europa: fra tecnocracia e partecipazione / genetic technologies applied to agriculture in Europe: between technocracy and participation", *Notizie diPOLITEIA*, Revista di Etica e Scelte Pubbliche, Anno XVI, N. 60, 2000.
- ⁶ No hace mucho acaba de desarrollarse el Arroz Dorado (Golden Rice), auspiciado por la Fundación Rockefeller, el Instituto Federal Suizo de Tecnología (Zurich), el programa Biotech de la Comunidad Europea y la Oficina Federal Suiza de Educación y Ciencia, ha sido desarrollado por los equipos de los investigadores Ingo Potrykus (Instituto de Tecnología Suizo) y Peter Beyer (Universidad de Ff;burgo, Alemania). Este tipo de arroz contribuirá a paliar la falta de vitamina A (avitaminosis) en los países en vías de desarrollo, donde la carencia de esta vitamina provoca graves secuelas en la población infantil, estimándose en 500.000 en todo el mundo el número de niñas que pierden la vista anualmente a causa

de esta enfermedad, que se manifiesta principalmente en el Sudeste de Asia y en ciertas áreas de África y Latinoamérica, siendo el arroz el alimento básico en todas estas zonas. Según unos datos facilitados por UNICEF, alrededor de 124 millones de niños en el mundo no consumen los niveles de vitamina A recomendados por la FAO.

- ⁷ Como contrapartida esto podría suponer la utilización y destrucción de tierras y lugares con importantes ecosistemas naturales muy valiosos en los que hasta ese momento la práctica de la agricultura era imposible.
- ⁸ Agujas muy costosas; en ocasiones se utiliza la misma jeringuilla para varios pacientes, lo que puede ser fuente de infecciones; hay problemas de distribución por la necesidad de conservación de las mismas a determinadas temperaturas, etc.
- ⁹ La posibilidad de transformar los alimentos de origen vegetal en medicamentos. Vacunas comestibles, es decir, inmunización oral) frente a la tradicional inyectable.
- ¹⁰ Lo que está proporcionando a la industria de este sector la obtención de esas sustancias por otros medios y con un menor coste en tiempo y dinero.
- ¹¹ Según William BAINS, *biotechnology from A to Z*, Ed. Oxford University press, Second Edition, Oxford, 1998, p. 61, la Biorremediación consistiría en el uso de microorganismos para el tratamiento de residuos sólidos producidos por la industria. Sobre esta cuestión puede verse más ampliamente Ricardo AMILS, "Impacto de la biotecnología en el medio ambiente", *BIOÉTICA* 2000. (Coord. Marcelo palacios), Ed. Nobel, Oviedo, 2000, pp. 391 y ss.
- ¹² Esto se produjo cuando el Dr. Norman Borlaug -a la postre Premio Nobel de la Paz- y un grupo de notables fitogenetistas desarrollaron variedades de trigo y arroz que podríamos decir salvaron a grandes regiones del mundo de una hambruna. Las plantas enanas de trigo y arroz, así como otras variedades de alto rendimiento, cubrieron las necesidades de millones de agricultores y consumidores de escasos recursos. Vemos cómo todo esto se basó principalmente en nuevas variedades de plantas obtenidas mediante la mejora tradicional de cruce y selección, alta mecanización, utilización masiva de productos agroquímicos, etc.
- ¹³ Regiones de la Tierra que se denominan "Tercer Mundo" y que paradójicamente albergan un 90% de los recursos genéticos del Planeta.
- ¹⁴ En este sentido, la revista francesa "Afrique Agriculture", en su número de junio 2001, recoge unas declaraciones de Jacques Diouf, Director de la FAO, en las que señala la conveniencia de compartir las ventajas que ofrecen los Organismos Modificados Genéticamente con los denominados "países del Sur" y con los agricultores cuyos recursos son reducidos.
- ¹⁵ Esto queda reflejado en un informe de Naciones Unidas "New Technologies and the global race for Knowledge", *Human Development Report*, 1999.
- ¹⁶ En este sentido, Sakiko Fukuda-Parr, una de los principales autores del Informe sobre Desarrollo Humano 2001, dado a conocer el 10 de julio de 2001, y encomendado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), señala que "es imprescindible incrementar sustancialmente las inversiones públicas en investigación y desarrollo a fin de asegurar que la tecnología biológica satisfaga las necesidades agrícolas de los pobres del mundo".
- ¹⁷ En estos tres países se concentra el 90% del total de cultivos transgénicos del mundo.
- ¹⁸ Según un informe del ISAAA (International Service for de Acquisition of Agri-biotech Applications) de diciembre de 2001, son 50 millones las hectáreas cultivadas con transgénicos en el mundo. Lo que supone un 10 % más respecto del año anterior. En los últimos 6 años se ha pasado de 17 millones de hectáreas en 1998 hasta las 50 millones actuales. Para concretar los anteriores datos, un mes más tarde, un informe fechado el 11 de enero de 2002, y emitido por esta misma institución (ISAAA), decía que la superficie mundial sembrada con cultivos de OMG alcanzó 52,6 millones de hectáreas en el año 2001, y aumentó un 19% con respecto al año anterior. Continuaba diciendo que los principales productores son: Estados Unidos, con 35,7 millones de ha (68% del global); Argentina, con 11,8 millones de ha (22% del global); Canadá, con 3,2 millones de ha (6% del global); y China, con 1,5 millones de ha (lo que supone el 3% del global). Por lo que respecta a los cultivos transgénicos más comunes: soja, 33,3 millones de ha; maíz, 9,8 millones de ha; algodón, 6,8 millones de ha; y semilla de colza "canola", con 2,7 millones de ha.
- ¹⁹ Vid. sobre este particular, Enrique IÁÑEZ PAREJA, "Medio ambiente e ingeniería genética", en el curso de verano de la Universidad SEK "Biología, Sociedad y Ética", Segovia, julio de 2000.
- ²⁰ Encomendado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ya citado.