

Globethics Repository



Ciencia, Ética y Sociedad [Science, Ethics and Society]

This page was generated automatically upon download from the Globethics Repository. More information on Globethics see <https://www.globethics.net>. Data and content policy of Globethics Repository see <https://repository.globethics.net/pages/policy>.

Item Type	Article
Authors	Puigdomènech, Pere
Publisher	Conselho Nacional de tica para as Ci ncias da Vida
Rights	With permission of the license/copyright holder
Download date	2026-07-13 03:30:10
Link to Item	http://hdl.handle.net/20.500.12424/226839

CIENCIA, ÉTICA Y SOCIEDAD. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN AGRICULTURA

Pere Puigdomènech

Abstract

The development of technologies for the use in agriculture has always been linked to the development of human societies. The birth of Neolithic societies was possible due to the domestication of plants and animals that allow the production of food and other products from cultivation. During XIXth and XXth centuries the application of a number of agronomic technologies, including Genetics, has allowed that the production of food has increased at a higher rate than the growth of human population. New technologies are now being applied in agriculture and some of them, such as the use of genetically modified plants, have produced important social concerns, especially in Europe.

The ethical analysis of the use of new technologies in agriculture has been the object of different studies including an opinion of the European Group of Ethics on Science and New Technologies. The conclusions of these reports agree in the importance of agriculture to secure the access to food to human populations. That has been recognised, in particular, in the Millennium goals of the United Nations. In this way it has been proposed that the priorities of new technologies have to be the production of enough food for the whole human population that has to be safe and healthy. However the effects of agriculture on environment are well known and they could put in danger the access to food to future generations. In this way the sustainability of agricultural practices is another important ethical argument. Following these ideas the use of genetically modified plants or the application of biofuels can be discussed.

Introducción

Todos los organismos vivos necesitamos buscar en el entorno materia o energía que necesitamos para desarrollar nuestra actividad. Las plantas asimilan la energía del Sol y los nutrientes del aire y el suelo. Los animales, que no podemos ad-

quirir nuestra energía del Sol o de la Tierra, necesitamos alimentarnos de otros organismos ya sean plantas o animales. La alimentación es por ello uno de los objetivos esenciales de la actividad individual y social de los animales. La especie humana tiene frente a la alimentación una actitud que se basa en su carácter omnívoro. El *Homo sapiens* se ha adaptado para vivir en unos entornos de una extrema variedad. Ello ha tenido consecuencias en la manera como se han formado las sociedades humanas desde su momento fundacional en el Neolítico.

La estructura de nuestras sociedades, al menos hasta el inicio de este siglo XXI, procede de los cambios sociales que se produjeron hace unos 10.000 años probablemente a consecuencia de cambios en el clima que se dieron de forma generalizada en el planeta. Lo cierto es que en las zonas templadas del Asia Oriental y Central de lo que denominamos Oriente Medio y de la América Central se comenzaron a organizar sociedades complejas en lo que denominamos la Revolución Neolítica. Para producirse este momento fundador de las sociedades humanas sedentarias hay un elemento que es absolutamente esencial y es el nacimiento de las actividades que denominamos Agricultura y la Ganadería. Desde aquel momento un número crecientemente reducido de miembros de la sociedad se especializa en la producción de alimentos y son lo suficientemente eficaces en su trabajo para que el resto de los conciudadanos pueda dedicarse a oficios como la forja o la cerámica pero también al ejército, el gobierno o la filosofía.

La Agricultura se basa en la identificación de un pequeño número de especies animales y vegetales y en éstas de unas variantes muy particulares que permiten obtener de ellas un alimento suficiente para la sociedad y hacerlo de forma predecible. Según datos de la FAO hay en el planeta unas 500.000 especies de plantas. Es posible que en unas 30.000 de ellas haya algo comestible. De éstas pueden haberse probado por la especie humana unas 7.000 en algún momento de su historia. Sin embargo en este momento se cultivan en diferentes partes del mundo no más de 120 especies vegetales, de las que unas 30 tienen importancia significativa para la alimentación. En la actualidad de tres especies vegetales, trigo, maíz y arroz, los humanos obtenemos un 50% de las calorías que utilizamos en nuestras vidas.

El proceso de domesticación de las plantas que cultivamos implica un trabajo continuado de una gran inteligencia que llevaron a cabo probablemente las mujeres de los países templados. Las técnicas moleculares actuales han permitido reconstruir el proceso que duró siglos. En el transcurso de éste un pequeño número de especies de propiedades favorables fueron siendo adaptadas a las necesidades crecientes de la agricultura. Hoy sabemos que este proceso consistió en la acumulación de un pequeño número de mutaciones en genes clave, algunos de ellos genes reguladores, que dieron lugar a una selección que es a menudo contraria a la selección natural pero que permitía un cultivo eficiente de unas especies que ofrecían unos productos nutritivos. Sobre estas especies y sus mutantes se edifican las sociedades neolíticas. El proceso se complementa con el traslado de estos cultivos por todo el mundo, un proceso que se completa en los grandes viajes del Renacimiento.

A mediados del siglo XIX culmina otro proceso decisivo para el desarrollo actual de la agricultura. En un convento de Bohemia, Gregor Mendel trabajando con gui-

santes, demuestra que es posible entender como se transmiten los caracteres que los organismos vivos transmiten de generación en generación en términos de unas leyes sencillas. La aplicación sistemática de las leyes de la Genética sobre las especies cultivadas a partir de principios del siglo xx da lugar a la aparición de una nueva disciplina científica: la Mejora de Plantas.

Durante la mayor parte del siglo xx y especialmente tras la Segunda Guerra Mundial, la producción de alimentos en nuestro planeta sufre un crecimiento espectacular. Por ejemplo, el rendimiento de los cultivos de los principales cereales se multiplica varias veces. Ello es debido a la aplicación de diferentes tecnologías agronómicas como el uso de abonos y fitosanitarios, pero se ha calculado que la mitad de este crecimiento es debida a la aplicación sistemática de la Genética. De esta forma se ha permitido contradecir las predicciones maltusianas formuladas durante el siglo xix según las cuales el incremento en la producción de alimentos nunca podría superar al crecimiento de la población. Sin embargo hay que recordar que, a pesar de la aplicación de este conjunto de desarrollos tecnológicos, a principios del siglo xxi nos encontramos todavía con un sexto de la población que sufre problemas de malnutrición o de hambre aunque considerada en su conjunto la producción de alimentos sería suficiente para alimentar a la actual población humana.

Durante la segunda mitad del siglo xx se produjo otra gran revolución científica y tecnológica que ha incrementado de forma radical el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los mecanismos íntimos de la célula biológica. En particular las técnicas basadas en el DNA han sido esenciales para este aumento espectacular de nuestro conocimiento y han generado un conjunto de aplicaciones que han revolucionado la medicina pero también la mejora genética de plantas y animales y otras disciplinas como la paleontología o la medicina forense. Las técnicas del DNA recombinante abrieron a principios de la década de los 70 unas posibilidades de aplicaciones de importancia económica pero desencadenaron también el debate acerca de los riesgos a los que pueden dar lugar. Esta situación no ha abandonado la Biología moderna desde entonces.

Los Organismos Modificados Genéticamente

A principios de los años 80 se publican resultados que indican que las técnicas del DNA recombinante que han permitido aislar fragmentos de DNA que contienen la información de los genes de cualquier procedencia y de modificarlos en el laboratorio, permiten también introducirlos en plantas. Y no sólo esto sino que además estos fragmentos de DNA, si están convenientemente preparados, pueden expresarse en células de plantas de las cuales se pueden regenerar plantas enteras de forma que transmitan esta nueva información a su descendencia. Con el desarrollo de estos métodos aparecía una nueva manera que permitía introducir en las plantas cualquier nueva información genética con la única condición de que esta información hubiera podido ser aislada en su forma molecular.

El descubrimiento de que se podían producir lo que más tarde se conocerían como plantas transgénicas o modificadas genéticamente abrió todo un conjunto de

nuevas cuestiones. Por una parte abría nuevas perspectivas a la Mejora de Plantas ya que se podría conseguir de esta manera plantas con caracteres de interés aunque estos no existieran en las poblaciones existentes en la especie. Y ello abría posibilidades de interés tanto científico como industrial. Por otra parte ponía en marcha un debate sobre las condiciones en las cuales se puede permitir el cultivo o el consumo de estas plantas modificadas. Y ello dio lugar a que se dictaran unas regulaciones tanto en Estados Unidos como en Europa y en otros países, que de una forma u otra han estado en vigor hasta la actualidad, y en las que se define el marco en el que puede desarrollarse el uso de estas plantas modificadas.

En el año 2010 se están cultivando en el mundo unos 140 millones de hectáreas de cultivos de plantas modificadas genéticamente. Se trata esencialmente de cultivos de maíz, soja, colza y algodón con una pequeña proporción de patata o papaya. Los caracteres introducidos son mayoritariamente de resistencia a insectos o tolerancia a herbicidas. El hecho es que estas variedades se han convertido en una de las tecnologías más rápidamente adoptadas por los agricultores. Esto se ha dado sobre todo en países como los Estados Unidos, Canadá, Argentina o Brasil pero también África del Sur, España o la India, por dar unos ejemplos. Esta aceptación por parte de los agricultores no ha disminuido la percepción negativa mayoritaria en Europa sobre todo en países como Grecia o Austria y en menor medida en los países nórdicos, anglosajones o ibéricos.

De la situación actual hay que destacar varios elementos. Por una parte que las regulaciones existentes para la aprobación de estas variedades se hacen en el marco de una aplicación muy estricta del principio de precaución. Una consecuencia de este hecho es el coste elevado que necesita una empresa si pretende que alguna modificación genética pase estas regulaciones. Para la aprobación de un evento se requieren datos moleculares, de toxicidad, alergenicidad, efectos sobre animales de laboratorio y experimentos de campo. Todo ello puede llegar a tener un costo de millones de euros lo que pone la principal barrera para la puesta en el mercado de este tipo de variedades. Al mismo tiempo este hecho ha creado un valor añadido a quienes son propietarios de ellas que ha sido acumulado en algunas pocas empresas lo que les ha permitido controlar de forma progresiva un número creciente de otras empresas. Consecuentemente también se ha incrementado la importancia del control de la propiedad intelectual ligada a modificaciones genéticas de plantas. Ello ha provocado que se ponga sobre la mesa la discusión sobre el alcance que debe tener el sistema de patentes de genes y variedades vegetales en contraste con otros sistemas de protección del derecho de quines obtienen estas variedades.

En Europa la situación de las plantas modificadas genéticamente sigue siendo compleja y tiene la particularidad de que el uso de estas plantas para alimentación humana o animal requiere del etiquetado de los productos que contienen algún componente con más de un 0,9% modificado genéticamente. Ello no ha impedido que las importaciones de este tipo de productos para alimentación animal hayan aumentado de forma espectacular ya que no existen prácticamente alternativas en el mercado a un precio comparable.

La era de los genomas

Mientras tanto, y al margen de las polémicas que han aparecido en todo el mundo y en especial en Europa, la ciencia ha continuado su trabajo. Si a partir de los años 70 era posible aislar genes individuales y conocer su estructura y su función de forma aislada, a principio de los años 2000 se desarrollaron un conjunto de métodos que permiten el análisis masivo de los genomas de plantas. Por una parte se han desarrollado técnicas que permiten llevar a cabo de forma crecientemente rápida mapas genéticos de las especies y que están basados en la existencia de variantes moleculares que se dan a lo largo de los genomas. Ello ha permitido el desarrollo de diferentes tipos de marcadores moleculares que sirven como hitos a lo largo de los cromosomas que relacionamos con caracteres genéticos de interés. Estas técnicas se pueden llevar a cabo de forma rápida y masiva con lo que la mejora genética se puede acelerar de forma considerable.

Un segundo aspecto en el cual se ha avanzado de forma notable es en el del análisis de caracteres complejos. Ya sabíamos que algunos de los caracteres que nos interesan en las plantas, como en realidad en todos los organismos cuya base genética estudiamos, incluyendo nuestra especie, no tiene una base genética sencilla sino que intervienen en ellos múltiples genes. Por esta razón la herencia de estos caracteres es compleja. En plantas se ha desarrollado el análisis de los llamados caracteres cuantitativos entre los que destaca por ejemplo el rendimiento de los cultivos pero también alguna resistencia a enfermedades o a condiciones ambientales adversas. El análisis y aplicación de estos caracteres y su desmenuzamiento en caracteres sencillos es una aproximación de creciente importancia para la mejora genética.

Pero donde en la actualidad se están dando unos progresos más espectaculares es en el conocimiento de genomas completos de plantas. Comenzando con el genoma de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*, publicado en el año 2000 y siguiendo con el del arroz, han ido apareciendo las secuencias completas de distintas especies que son importantes como modelo para el estudio de la genética molecular de las plantas o por su importancia agrícola. Tras esta primera oleada se comienzan a resecuenciar variantes de las especies más importantes con lo que estamos teniendo una enorme cantidad de información sobre la que construir una nueva etapa en la mejora de las plantas. De estos resultados están saliendo métodos que están permitiendo conseguir variedades más adaptadas a las necesidades de la agricultura de forma más dirigida y rápida. Ha nacido el concepto de plantas de siseño.

Reflexiones éticas

Nos encontramos en los inicios de este siglo XXI en una situación paradójica a diferentes niveles. Durante el siglo XX se ha desarrollado una agricultura eficiente, altamente tecnológica, que ha permitido niveles de producción de alimentos superiores al crecimiento de la población, sin embargo existen todavía unos niveles inaceptables de malnutrición y hambre para alrededor de un sexto de nuestra po-

blación. Además esta situación se da cuando al mismo tiempo otra sexta parte de la humanidad tienen problemas de obesidad lo que hace que nos preguntemos por el tipo de alimentación que consumimos. Nuestro conocimiento de las especies vegetales y animales en las que basamos nuestra agricultura ha aumentado de una forma extraordinaria y tenemos herramientas nuevas para la mejora de plantas, entre ellas la modificación genética, sin embargo existe una percepción en ciertos sectores de la sociedad europea de que hay que volver a una agricultura de base tradicional. Por todo ello, y agravado por el conflicto que se ha creado alrededor de las plantas modificadas genéticamente, se han efectuado reflexiones de orden más general para tratar de analizar las condiciones en las que pueden utilizarse de la mejor manera las nuevas tecnologías que pueden tener impacto en la agricultura.

El Grupo Europeo de Ética de las Ciencias y las Nuevas Tecnologías aprobó el año 2008 una opinión sobre este tema. Un punto de partida desde el que puede hacerse esta reflexión es el de las preocupaciones que existen entorno a la actual práctica de la agricultura. Existe por una parte una preocupación sobre el actual nivel y distribución de la producción de alimentos. En consecuencia en la actual situación parece necesario concluir que cualquier nueva tecnología de uso en la agricultura debería principalmente ir dirigida a la producción de alimentos suficientes para las necesidades de la población humana tendiendo a hacer desaparecer las actuales minorías que no tienen acceso a una alimentación. También se debe reclamar que los alimentos que se producen sean seguros y que estén dirigidos a proporcionar una vida saludable. En un mundo de población creciente y crecientemente exigente estas exigencias se vuelven cada vez más acuciantes.

Por otra parte sabemos que la agricultura es una actividad que tiene un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Y este impacto podría tener consecuencias sobre la producción futura de alimentos. Preocupa el uso que la agricultura hace del agua y la contaminación que produce en ella o el uso de nuevos terrenos y la destrucción de suelos. También puede ser preocupante la pérdida de diversidad genética, tanto en especies animales y vegetales sobre todo debida a la deforestación como de las variedades que se utilizan en las especies cultivadas.

Esta situación se da en un entorno económico y político que tiene un impacto sobre la producción agrícola y sobre el acceso de la población a los productos agrícolas. Preocupa, por ejemplo, que el comercio internacional de alimentos pueda estar en manos de un pequeño número de empresas y que algo parecido haya ido ocurriendo con las empresas de semillas que han sufrido un proceso importante de concentración. En este contexto la extensión del derecho de patentes a genes o variedades de plantas preocupa por el control que puede dar a un pequeño número de empresas sobre un tema de la importancia de la producción de alimentos.

La discusión sobre estas cuestiones se da en un entorno muy cambiante. A la agricultura se le pide no solamente la producción de alimentos sino también de piensos y fibras. En la actualidad existe además una demanda de combustibles o de productos para la industria que pueden ser un producto interesante para el agricultor pero que puede crear una presión adicional sobre la agricultura. Pero sobre todo nos encontramos con una evidencia de cambios en el clima que afectan la producción agrícola de forma importante y en una perspectiva de límites en la dis-

ponibilidad de recursos fósiles de los que dependen también aspectos importantes de la producción agrícola.

En esta situación las reflexiones éticas sobre el uso de nuevas tecnologías en la agricultura inciden en la necesidad de que los esfuerzos tecnológicos se dirijan priorizar su uso para la producción de alimentos suficientes, seguros y saludables y en que esta producción sea sostenible de forma que no se ponga en peligro esta producción para las generaciones futuras. En este entorno, las plantas modificadas genéticamente es muy probable que no sean ninguna panacea pero pueden probablemente aportar soluciones en algunos aspectos. El actual entorno regulatorio asegura, en la medida de lo posible, que estas plantas no planteen problemas adicionales y es posible que algunos aspectos deban revisarse para que los beneficios que pueden obtenerse de ellas se tengan en cuenta también en su aprobación y no sólo los riesgos.

La agricultura seguirá siendo esencial para la misma existencia de nuestras sociedades como lo fue en sus momentos fundacionales. Es posible que nuestras sociedades urbanizadas hayan perdido la conciencia de las condiciones en las que se realiza la producción de alimentos. Como en el inicio de la agricultura nuestro reto será utilizar el conocimiento que tenemos, y que es muy valioso, para cumplir los objetivos de asegurar el bienestar del conjunto global de las personas que componen nuestras complejas sociedades actuales y de asegurarlo para las generaciones que van a sucedernos. •

Lecturas recomendadas

- Brooks G, Barfoot P. (2006) GM-Crops, the first ten years. Global Socio-Economic and Environmental impact. ISAAA Briefs. Brief 36, 96 pags. ISAA, Ithaca, Nova York – CEE, 1990, Directiva 90/220/CEE del consejo de 23 de abril de 1990 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente. http://www.belt.es/legislacion/vigente/alimentaria/prot_biotech/comunitaria/pdf/dir_90_220.pdf
- CE, 2001, Directiva 2001/18/CE del parlamento europeo y del consejo. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:106:0001:0038:ES:PDF>
- CE, 2003a, Reglamento (CE) no 1829/2003 del parlamento europeo y del consejo. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0001:0023:ES:PDF>
- European Food Safety Authority. Guidance for risk assesment of Genetically modified plants. http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Document/gmo_guidance_gm_plant_s_en,0.pdf?ssbinary=true
- European Group of Ethics in Science and Modern Technologies. (2009) Ethics of modern developments in agriculture. http://ec.europa.eu/european_group_ethics/docs/opinion24_en.pdf
- European Plant Science Organisation (2005). European plant sciences: a field of opportunities. *Journal of Experimental Botany* 56: 1699-1709
- Federal Ethics Committee on Non-Human Biotechnology. (2008). The dignity of living beings with regard to plants. <http://www.ekah.admin.ch/uploads/media/e-Broschure-Wurde-Pflanze-2008.pdf>
- Food and Agriculture Organisation (2001). Genetically modified organisms, consumers, food safety and the environment. FAO Ethics Series. No. 2. Roma.
- Food and Agriculture Organisation (2008). Declaration of the High-Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/declaration-E.pdf
- National Research Council (1984) Genetic Engineering of Plants: Agricultural Research Opportunities and Policy Concerns. National Academy Press. Washington.

- Nuffield Council of Bioethics (1999) Genetically modified crops: the ethical and social issues. Nuffield Council of Bioethics. Londres.
- Organización Mundial de la Salud (2000). Aspectos relativos a la incocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- The Royal Society (2009) Reaping the benefits. The Royal Society, Londres.