

**RICARDO AGUILAR**

Director de Campañas de GreenPeace España

**EMILIO RODRÍGUEZ CEREZO**

Profesor de Investigación, Centro Nacional  
de Biotecnología, CSIC

**CARLOS TIÓ**

Catedrático de Economía y Política Agraria,  
Universidad Politécnica de Madrid

Mesa redonda sobre  
¿HACIA UNA SOCIEDAD  
TRANSGÉNICA?





**EL DIRECTOR  
DE LA REAL SOCIEDAD ECONOMICA DE AMIGOS DEL PAIS**

Se complace en invitarle a la Mesa Redonda que dentro del Ciclo "**Economía y Cambio Social en tiempos de Globalización**" se celebrará el día 3 de Noviembre, a las 19:30 horas en el Centre Cultural de BANCAIXA, Plaza de Tetuán 23, a cargo de:

**D. RICARDO AGUILAR** (Director de Campañas de GreenPeace España).

**D. EMILIO RODRIGUEZ CEREZO** (Profesor de Investigación, Centro Nacional de Biotecnología, CSIC)

**Dº CARLOS TIÓ** (Catedrático de Economía y Política Agraria, Universidad Politécnica de Madrid).

Sobre el tema: "**¿Hacia una sociedad transgénica?**".

El Acto será moderado por D. Miquel Vilalta, miembro del **Grup de València**.

Colabora: **Grup de València**  
fundació  
**BANCAIXA**

Valencia, Noviembre 1999

## INTERVENCIÓN DE D. RICARDO AGUILAR

Director de Campañas de Greenpeace España

**A**NTE todo quería agradecer la invitación para participar en esta Mesa Redonda. Ya en sí, desde el punto de vista de Greenpeace consideramos que es un éxito el que estas mesas redondas se realicen, el que el debate se haya conseguido introducir dentro de la sociedad. Porque una de las denuncias que hemos mantenido desde hace tiempo es esa falta de debate; porque todas las tecnologías tienen un impacto sobre la sociedad, y la sociedad tiene derecho a decidir si esa tecnología la quiere o no la quiere, si es un avance tecnológico o no es un avance tecnológico, y para que sea un avance tecnológico tiene que estar ligado a un avance social.

Hace unos veinticinco años, en una reunión que hubo en Monterrey (California), muchos de los investigadores que en esos momentos estaban trabajando en genética llegaron a la conclusión de que se tenía que establecer: o una especie de frenazo, o una moratoria en lo que era la investigación científica que se estaba haciendo en esos momentos con respecto a lo que sería el campo de la modificación genética. Hace apenas quince días tuve la oportunidad de estar con una de las personas que estuvo en esta reunión, el Dr. R. Jenkins, él mismo decía que no sabía si aquella decisión había sido acertada o había sido una gran equivocación. En parte decía que en aquel momento la inmensa mayoría de la investigación que se ha realizado, dentro de lo que ha sido la modificación genética, ha sido llevada a cabo por empresas; y realmente el Sector Público ha desaparecido de una manera considerable, algo que posteriormente se mantuvo. Pero lo que venía a decir es que, tal vez, en aquel momento, lo que se hizo fue dejar en manos, sobre todo no públicas, la investigación y el llevar unos determinados derroteros. Él es una persona bastante crítica con la modificación genética y ha estado haciendo muchos trabajos con lo que son las plantas BT, que más tarde explicaré.

Desde el punto de vista de Greenpeace, nosotros hace unos diez años empezamos a trabajar en la modificación genética en los foros internacionales, en muchos de los foros de Naciones Unidas. Era también cuando comenzaron las primeras discusiones para crear un Convenio de Biodiversidad, posterior-

mente el Protocolo de Bioseguridad. Hay que decir que durante todos estos años la verdad es que se consiguió bastante poco debate dentro de la opinión pública, y el debate empezó a generarse cuando los primeros cargamentos de organismos modificados genéticamente entraron dentro del mercado internacional. En ese momento se generó la reacción por parte de la opinión pública, se generó un debate hasta llegar a la situación en la que estamos ahora, que yo creo que es un debate público, un debate amplio, y que está consiguiendo grandes cosas desde mi punto de vista.

Como organización ecologista nosotros empezamos a trabajar dentro de lo que ha sido la modificación genética especialmente por dos cuestiones: nosotros llevábamos una campaña de trabajo contra el uso de plaguicidas tóxicos, y el cómo se estaban incrementando año tras año, y cómo estaban produciendo una serie de efectos sobre el medio ambiente, sobre la salud y sobre la economía. A esto se unía otra cosa, que desde el punto de vista de la ecología nos ponía bastante nerviosos; se hablaba de la introducción de plantas con unas características diferentes, plantas que podrían ser más resistentes al uso de plaguicidas, podrían ser resistentes al frío, podrían ser resistentes a determinadas cosas o incluso producir toxinas para combatir a las plagas. Esto, desde el punto de vista de la ecología, pone los pelos de punta porque hay una estimación según la cual, de cada mil organismos que se intentan introducir dentro de un ecosistema nuevo, realmente tan sólo cien llegan a cuajar dentro de ese ecosistema, de esos, realmente son diez los que terminan implantándose y desplazando de su nicho a otras muchas especies, y al menos una se convierte en plaga. De hecho, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza considera a la introducción de especies extrañas dentro de los ecosistemas como una de las principales causas de extinción, ahora mismo, cuando estamos hablando de extinciones que están estimadas que pueden ser superiores a las 25.000 especies al año. Esto inquieta, el hecho de que se puedan introducir este tipo de organismos, pero al mismo tiempo también generaba un debate de si las promesas que se nos habían hecho, desde el punto de vista positivo de estas plantas, iban a dar resultado, y si los riesgos que nosotros estábamos viendo iban a convertirse en peligros reales. Yo tendría que decir que, después de este tiempo, ninguna de las promesas que ha habido cuando se han introducido estas plantas han dado resultado y, sin embargo, todo aquello que eran riesgos potenciales se han ido cumpliendo, uno tras otro, según ha ido pasando el tiempo.

La verdad es que en el anterior caso no hemos tenido que esperar tanto como en otras ocasiones, tal vez porque ya estábamos sobre aviso, y entonces se ha empezado a investigar y a trabajar en los organismos modificados genéticamente antes de que, como ha pasado en muchos otros casos, hayan tenido que pasar 30 o 40 años para empezar a tomar medidas sobre diferentes productos que se introducen dentro del mercado.

Es curioso que en el trabajo de la introducción de estos organismos modificados genéticamente sobre todo hay una cosa que nosotros hemos echado de

menos: la investigación sobre los riesgos. Por ejemplo, en un trabajo que hizo la Unión de Científicos que tiene su sede en EE.UU. sobre las aprobaciones que se estaban dando en este país de plantas modificadas genéticamente, en el año 94 consiguieron –finalmente– estudiar los 85 trabajos últimos que estaban saliendo al mercado; de ellos era curioso que en ninguno se estudiaba la posibilidad de que pudieran generar plagas o superplagas, por estas características nuevas que se habían introducido. Luego, tan sólo en uno se estudiaba la posibilidad de que pudiera contaminar genéticamente. Aunque muchos de ellos habían sido hechos resistentes a virus, en ninguno de ellos se estudiaba la posibilidad de que estos se pudieran recombinar con otros virus y crear nuevas cepas de patógenos. A pesar de que gran parte de ellos estaban hechos para producir una toxina insecticida, tampoco se tenía en cuenta, en ninguno de los casos, si esa toxina podía afectar a otras especies distintas de lo que serían las plagas. Recientemente ha habido una denuncia por parte de los propios científicos de la FDA, el organismo que se encarga de autorizar, porque realmente tampoco autoriza sino que se encarga de recoger muchos de estos estudios en los que han utilizado diferentes organizaciones sociales para poner una denuncia contra la Administración Pública por haber ocultado 44.000 páginas de estudios científicos en los que se hablaba de los potenciales riesgos de los organismos modificados genéticamente. En el caso, sobre todo, de los estudios de toxicología, en los que lo que llamaba la atención era que estaban prácticamente ausentes, no había ningún trabajo. Una estimación que se había hecho, si estos estudios se hubieran obligado a realizar, era que esto hubiera incrementado el coste de cada uno de los productos que salían al mercado en 25 millones de dólares, algo que hacía realmente difícil el conseguir introducir en el mercado este tipo de organismos modificados genéticamente, por eso ha habido una permisividad muy especial que en otros casos no se ha dado.

A raíz de este trabajo, lo que nosotros hemos visto en estos años, sobre todo, han sido los resultados. Dos de las cosas fundamentales que se prometían con estas plantas eran que se iban a incrementar las cosechas; otra de las cosas que se prometía era que iban a reducir el uso de plaguicidas y, por lo tanto, los impactos tóxicos que estos tienen sobre el medio ambiente y sobre la salud. También que iban a conseguir combatir de una manera eficaz las plagas. Estas han sido las primeras promesas y esto ha sido una de las razones por las que muchos de estos productos se han terminado introduciendo en el mercado. Se obviaban, en muchos de los casos, los impactos y la contaminación genética, que a nosotros también nos preocupa porque estamos hablando de una contaminación viva. Ya no es como las contaminaciones a las que estamos acostumbrados, en las cuales cuando “cerramos el grifo” esa contaminación no se reproduce. Sin embargo, aquí estamos hablando de organismos vivos con capacidad de reproducirse, y de traspasar esos genes de unas especies a otras, esto puede generar una serie de problemáticas nuevas. Los propios estudios de riesgos –los pocos que se hicieron– se ha visto que todos han quedado total-

mente obsoletos cuando se ha llegado a los verdaderos estudios a nivel de las plantaciones comerciales. Se hablaba, en un principio, de la contaminación genética como algo prácticamente inexistente, o incluso que llegaría a muy poca distancia el polen de muchas de estas plantas transgénicas. En el caso del maíz se pedía una serie de pasillos de 6 metros de distancia entre un cultivo y otro para que no hubiera contaminación genética, y se consideraba que con esto era suficiente. Según ha ido pasando el tiempo, ese pasillo de separación se ha ido incrementando en algunos lugares en 200 metros, pero aun así esto ha servido de bastante poco, porque los estudios que se han ido realizando luego se ha visto cómo, a través de los propios insectos polinizadores o el propio viento, el polen puede llegar a varios kilómetros y, por tanto, todos esos pasillos de protección no tenían ningún tipo de eficacia para combatir la contaminación genética. Es especialmente preocupante esto cuando es en el centro de diversidad o en el centro de origen de lo que es el cultivo en sí. Desde luego, aquí es mucho más difícil que el maíz o que la colza se puedan hibridar, porque no hay especies emparentadas. Sin embargo, eso sí que es uno de los problemas graves en el caso de la colza. En la colza estamos hablando de que es originaria de Europa y que tiene emparentadas –de una misma familia– alrededor de unas 900 especies con las que, con muchas de ellas, se hibrida de una manera natural y, por tanto, si esta contaminación genética ocurre con plantas modificadas genéticamente, está el problema de pasar esos genes de resistencia a herbicidas de producción de toxinas a otras especies silvestres, o incluso a otros cultivos. Esto, que ya se ponía como algo muy lejano y poco probable, ya se ha comprobado que existe. En Canadá uno de los estudios que se han realizado en los últimos años ha comprobado ya la contaminación genética entre diferentes cultivos de colza. En Europa se han hecho diferentes estudios, y se ha comprobado cómo también la colza transgénica se puede hibridar con diferentes tipos de especies silvestres y de otros cultivos que también son comerciales y, por tanto, ahí se han ido viendo una serie de peligros. Otro de los peligros que han generado bastante debate ha sido el de encontrar la toxina que producen estas plantas modificadas genéticamente para reproducir esta sustancia (BT), y que podía afectar a otras especies. Esto es una cuestión de lógica, y era una cuestión que era obvia pero que nadie la había investigado hasta entonces.

El BT puede afectar a bastantes tipos de lepidópteros, pero hasta que no se hizo el estudio sobre la mariposa monarca en EE.UU., este tipo de impactos, que hasta ahora se consideraban inexistentes porque no se habían estudiado, pues no se empezó a trabajar en ellos. Ahora hay un segundo estudio, porque este primero también ha sido muy criticado, como todos los estudios que hablan de impactos de las transgénicas, el cual se está haciendo directamente en campo y ahora mismo están disponibles los resultados preliminares, en los que espero que pronto salga esta nueva investigación. Viene a corroborar lo que, en principio, se había conseguido en laboratorio. Desde el punto de vista

de lo que son los grandes logros que se iban a conseguir es curioso que los estudios que se han hecho, por ejemplo en EE.UU., ya demuestran que ninguno de ellos cumple realmente con ese incremento de cosechas, o con esa reducción en el uso de plaguicidas, o con una reducción de las propias plagas.

Por una parte, un estudio se ha hecho sobre más de 8.000 variedades de soja, tanto transgénica como convencional; lo que se ha comprobado es que, como media, la soja transgénica produce menos, incluso alrededor de un 4%, de lo que sería la soja convencional. Los propios estudios que ha presentado el Departamento de Agricultura a EE.UU. vienen a corroborar muchos de estos datos y, curiosamente, con respecto a lo que es la reducción de plaguicidas utilizados en estos campos de cultivo, pues tampoco se ha cumplido. El propio Departamento de Agricultura de EE.UU. presentó el año pasado un estudio en el cual, de los 18 Estados en los que había trabajado, en 12 de ellos decía que en ningún momento se había reducido el uso de plaguicidas, ni se habían incrementado las cosechas. Un estudio realizado por la Universidad de Mayne daba datos de que en ese tipo de campos se estaban utilizando de dos a cinco veces más de herbicidas que en los campos en los que se estaba utilizando soja convencional. Yo creo que los propios datos de las ventas de plaguicidas durante estos años vienen a indicar que realmente nos han vuelto a engañar con lo que es la reducción de plaguicidas.

Aunque en EE.UU. se incrementó en 2 años un 145% el cultivo de transgénicos que iba a reducir la dependencia de los plaguicidas, sin embargo se incrementó nuevamente la venta de plaguicidas en todo EE.UU. Curiosamente, en lo que eran las zonas de tratamiento de cultivos transgénicos, es uno de los sitios donde más se ha ido. De hecho, el 53% de las ventas de plaguicidas en EE.UU. se dedicaron a cultivos de maíz y soja, que son los que mayores extensiones transgénicas tienen en este país. Uno de los herbicidas más utilizados fue el Roundup, se incrementaron sus ventas en un 72% debido a que muchas de esas plantas eran resistentes, en concreto a ese tipo de herbicidas; y todavía se espera que las ventas de herbicidas se incrementen para la utilización en este tipo de campos entre un 15% y un 25% en este año. Estamos ahora a la espera de nuevos datos y de los nuevos trabajos que se están haciendo.

También, desde el punto de vista de lo que es la producción de la toxina BT, remarcaría el caso del estudio con el que se aprobó. Se decía que uno de los peligros de producir la planta esta toxina BT es que las plagas se fueran haciendo cada vez más resistentes y hubiera que utilizar plaguicidas mucho más tóxicos, cada vez más para combatirlos. Tan sólo uno de cada millón de insectos, en este caso de taladros, que entraron en contacto con el maíz resistiría a la toxina y, por tanto, sería muy difícil que se reprodujera y, de esa manera, generará resistencias dentro de la población. Sin embargo, pasado el tiempo, el segundo estudio, ya por científicos que no eran de la empresa, como NOVARTIS, que era la que hacía este tipo de trabajos, comprobó que era 1,5 cada mil, es decir, que la diferencia era enorme, y se estimaba que de aquí a 3-4

años la inmensa mayoría de los taladros habrían cogido la resistencia y, por tanto, sería totalmente inservible el BT; aparte de los otros impactos que hemos hablado de daños sobre especies silvestres u otras especies que no son objetivo, o incluso de los mismos trabajos que se están haciendo actualmente sobre el impacto en el suelo.

Resumiendo, que ninguna de las promesas que se nos dieron se han cumplido y, sin embargo, todos los temores se han ido cumpliendo uno tras otro.

## INTERVENCIÓN DE D. EMILIO RODRÍGUEZ CEREZO

Profesor de Investigación, Centro Nacional de Biotecnología, CSIC

**M**E sumo a Ricardo en el agradecimiento a los organizadores. En esta primera intervención quiero dar un poco el punto de vista de los responsables de que se hayan hecho plantas transgénicas, es decir, de los científicos que hemos trabajado en ello y que las hemos hecho.

Quería empezar describiendo qué son las plantas transgénicas, porque creo que es muy importante que el debate no se centre en meter todas las plantas en el mismo saco. Debemos hablar cuando hablamos de riesgos, o de impactos en la producción, o de impactos en los métodos de cultivo, de qué plantas transgénicas estamos hablando. No es lo mismo hablar de una planta resistente a un herbicida, que de una planta resistente al frío. El hecho de hacer plantas transgénicas, o por qué las hemos hecho los científicos, no es por un motivo social; los científicos hacen las cosas porque quieren saber. La tecnología nace en los años 80 porque queremos saber para qué sirven los genes que hay en las plantas. Por primera vez tenemos delante una tecnología que nos permite encender o apagar un gen, es decir, introducir un gen en una planta –concretamente uno– para saber cuál es su función, o bien eliminarlo para saber cuál es su función; cualquiera de las dos cosas nos indica la función de los genes. Cuando esta tecnología que comienza en Europa sale a la luz pública, tiene un interés comercial indudable, y muchas empresas empiezan a trabajar en el tema. La tecnología surgía, como la mayoría, en el Sector Público. Ahora mismo está bastante fuera de las manos del Sector Público, y uno de los motivos es por la falta de financiación para este tipo de tecnologías, debido a la mala opinión social, lo que tiene sus ventajas y sus inconvenientes.

La tecnología nace con el fin de que sepamos cómo funcionan los genes pero, lógicamente, las implicaciones comerciales y agrícolas surgen inmediatamente. Desde entonces, que han pasado 15 años, ya tenemos plantas transgénicas en el mercado y tenemos en el mercado las primeras plantas que se hicieron, es decir, el proceso desde que una planta se hace hasta que llega al mercado, puede llegar a tener diez años, es el mínimo desde que se desarrolla. Ahora mismo tenemos plantas en el mercado con dos características funda-

mentales: característica de resistencia a herbicidas y de resistencia a insectos, es decir, plantas que existían antes, porque cualquiera que sepa algo de agricultura sabe que la resistencia a herbicidas ha estado en los campos, que la colza que es resistente a herbicidas por mutagénesis química ha estado en los campos desde hace veinte años; planteando los mismos problemas, o ventajas o inconvenientes, que estas plantas transgénicas, pero hechas con otra tecnología.

Lo que estamos viendo ahora mismo en el mercado de la sociedad es lo que llamamos modificación de input o de características de cultivo. Los más sencillos, porque son genes únicos, son la resistencia a herbicidas y la resistencia a insectos. A herbicidas que son herbicidas totales, como son el glufosato y el glufosinato, y a insectos y lepidópteros con el GMT. Cuando hablamos de plantas transgénicas en cultivo estamos hablando de estos dos genes, esto que quede claro. ¿Dónde se han aplicado estos dos genes? Pues en los cultivos americanos, porque la tecnología se desarrolló rápidamente en las empresas americanas que vieron un nicho ecológico muy importante, que tenían una opinión social muy distinta y lo aplicaban a maíz, soja, algodón, y colza más recientemente. Una cosa que nació en Europa está fundamentalmente aplicada ahora a los cultivos americanos y absolutamente subdesarrollada en términos tecnológicos en los cultivos de más importancia en Europa. Por supuesto está aplicada a los cultivos de mayor extensión y de mayor rendimiento. ¿En qué se diferencia de la tecnología tradicional? En el resultado no se diferencia en nada, es decir, me da igual que metamos un gen de resistencia por la vía de cruzamiento o retrocruzamiento, como han hecho los mejoradores de plantas desde hace cientos de años; unas veces sabiendo –desde que Mendel les dijo lo que era– y otras veces sin saber, antiguamente la forma de meterlo era distinta. El abanico de posibilidades yo no voy a negar que no es una continuación de la mejora tradicional, es decir, abre el abanico a la introducción de genes que antes no se podían introducir porque son genes de bacterias, genes humanos, genes de animales, todo el abanico de posibilidades está abierto, esa es la diferencia. Ahora bien, en estos dos casos el resultado es unas plantas resistentes a herbicidas, a insectos cuyo comportamiento es similar a las que ya existían en el mercado. De todas formas, desde el punto de vista científico hubo un consenso por el cual, y por primera vez en la historia de las plantas, antes de cultivar una variedad obtenida por ingeniería genética o por transformación, se debía pasar algún tipo de regulación, es decir, el marco legal que existía para el cultivo de nuevas variedades obtenidas por métodos tradicionales, que incluye tratar con óxido nítrico las semillas para producir mutantes. Esto se considera método tradicional porque no es ingeniería genética y es de los años 40. Como esa tecnología nos permitía otro tipo de aproximación y había cierto temor, tanto técnico como ético, entre muchas personas que no están dispuestas a comer una planta que tenga un gen animal. Por motivos religiosos, por motivos éticos, etc., la comunidad científica y la comunidad reguladora internacional llegaron a la conclusión de que debían seguir un camino distinto en cuanto a

su aceptación. Por primera vez una variedad vegetal no simplemente tiene que demostrar que es distinta a una variedad anterior, que es el único requisito que se le plantea a una variedad vegetal tradicional para ser inscrita en el Registro de Semillas, sino que debía cumplir unos requisitos de análisis de riesgo. Esta es la famosa Directiva 90220 de la Unión Europea, que en EE.UU. es distinta –los procedimientos son similares aunque tienen ciertas diferencias–, creó el primer marco legal definiendo qué tipo de estudios o de requisitos deberían cumplir estas nuevas variedades antes de su cultivo. Aunque esto es el mundo de los reguladores, los científicos también participamos puesto que se nos pide asesoría o consejo en cuanto a los dossiers que las empresas presentan para comercializar estos productos.

El marco legal es complejo, yo quiero decir que hay una *vox populi* que estas plantas están desreguladas y que se están plantando cosas que no son legales, eso no es cierto. Es un marco muy complejo, para que se hagan una idea, esta Directiva sobre biotecnología lo que regula es el cultivo. Por ejemplo, uno quiere cultivar maíz resistente al glifosato, nombre comercial Round-up, en Europa este maíz debe cumplir los requisitos de la Directiva para su cultivo, ahora bien, si ese maíz se va a utilizar además como alimento humano hay unas directivas completamente distintas y una serie de análisis toxicológicos y de nutricionistas para su consumo humano, es decir, tanto el cultivo, como el consumo como alimento, como el consumo como pienso, e incluso el uso del herbicida en esa planta, tienen una regulación y tienen que pasar una serie de controles.

No voy a negar que en la regulación, por supuesto, se ha aprendido con los años; al principio yo me acuerdo que el aspecto más debatido era que además de los genes que se habían introducido en la planta había unos genes de resistencia a antibióticos que se utilizaban como marcadores. Entonces existía un riesgo teórico de que estos genes se transfirieran a las bacterias del intestino y se produjera una resistencia a antibióticos como la que se produce normalmente cuando se usan más los antibióticos en terapia clínica, o cuando se da a los animales un suplemento de antibióticos. Ahora mismo es el problema que menos preocupa porque está claro que ese riesgo, aunque teóricamente existe, es prácticamente nulo, porque estos genes marcadores están asociados a interruptores que los encienden o apagan, sólo en plantas y no en bacterias.

El debate ha pasado a otros dos temas que son muy interesantes, y que yo creo que es lo que más me apasiona del asunto, que es una segunda evaluación de estas plantas, es decir, su elaboración en cuanto a sanidad humana. ¿Estas plantas causan algún efecto en su investigación? Esa es la pregunta nº 1, y la pregunta nº 2: ¿Qué impacto tiene el cultivo de estas plantas en los sistemas agrícolas?, no en los ecosistemas, que son cosas distintas. Aunque se ha hablado de la introducción de especies en el ecosistema, las plantas agrícolas no se introducen en los ecosistemas, es decir, no salen del sistema agrícola, y más quisiéramos que salieran del sistema agrícola, entonces no tendríamos que cultivarlos y los podríamos recoger de forma natural.

La primera pregunta yo creo que es un tema de debate muy importante porque es un planteamiento nuevo para los científicos. Yo no soy toxicólogo, mi experiencia es la biología molecular, entonces puedo evaluar los aspectos moleculares de la planta. Pero los toxicólogos y expertos en alimentación que han trabajado hasta ahora en alimentación nunca se habían encontrado con que tenían que *testar* un alimento, es decir, los alimentos no necesitan ningún tipo de análisis toxicológico pero son compuestos químicos que uno puede añadir a la dieta en un análisis toxicológico. Entonces el impacto sobre las plantas de los nuevos caracteres introducidos en la alimentación y en la nutrición humana se realizan, normalmente, purificando la proteína que se ha introducido en la planta y añadiendo esa proteína en un análisis toxicológico, clásico en animales. Se ha realizado en las plantas que hay ahora mismo en el mercado, hay un cuerpo de literatura amplísimo, hay una experiencia de cultivo y de consumo de muchísimos años ya en EE.UU. sin que haya habido problemas. Por supuesto vuelvo a la cuestión inicial importantísima, no todas las plantas son iguales, no todos los genes que vamos a introducir son iguales, y la conclusión es que la regulación debe ser caso por caso, es decir, para cada nuevo gen que se introduzca habrá que hacer un análisis toxicológico de su efecto en animales.

El efecto de las plantas transgénicas o de las que ahora mismo se cultivan en el sistema agrícola es interesante y, desde luego, es diverso y es complejo. De los dos ejemplos que tenemos en el mercado, que son la resistencia a herbicidas y la resistencia a insectos; en el caso de la resistencia a herbicidas, evidentemente tiene un impacto profundo el cómo se cultivan estos nuevos cultivos. Ese impacto depende de en qué cultivo hayamos metido la resistencia a herbicidas, por ejemplo, remolacha es el cultivo más difícil que existe para controlar malas hierbas. La introducción de la resistencia al glufosato supone que de 6 tratamientos a herbicidas pasemos a uno. En maíz, o en soja, que son cultivos con un control de malas hierbas un poco más sencillo, pero aún más complicado, supone que de una serie de tratamientos anteriores que se hacían en pre-siembra, ahora pasamos a tratamientos en postsiembra. Todo ese tipo de cambios en el sistema agrícola tienen un impacto positivo o negativo en la diversidad de la flora de las malas hierbas que puede haber en el cultivo. Lo que es un poco *naïf* es pensar que es la primera vez que se trata de conseguir un control de malas hierbas. La agricultura industrial, hasta ahora, ya tenía controladas las malas hierbas, es decir, la ausencia de cobertura en el terreno no es una cosa nueva. Existen datos, ya del uso de resistencia a herbicidas, y esos datos son diversos, depende del cultivo de la zona en que se utilice. El consumo de herbicidas no ha bajado, eso está claro, simplemente ha cambiado, eso es muy importante. Los herbicidas que se usan no son los que se usaban antes, porque estos herbicidas a los que resisten estas plantas, antes no se podían usar porque eran herbicidas totales; se usaban sólo para limpiar malezas. Se han sustituido herbicidas más tóxicos, más persistentes, por herbicidas menos persistentes. En cuanto a cifras totales del consumo de herbicidas, no han variado.

La resistencia a insectos es importante decir que la que existe ahora mismo en el mercado es resistencia a lepidópteros, al taladro del maíz, taladro del algodón. ¿Por qué esto no ha conseguido que se eliminen los tratamientos a insecticidas? Porque, evidentemente, el maíz tiene otras plagas además del taladro, entonces el taladro lo controla la toxina BT, pero hay otras plagas que no. Hasta que no exista la planta transgénica que controle las 2-3 plagas más importantes del maíz, se seguirán utilizando insecticidas aunque su consumo, sobre todo en el caso del algodón, ha bajado bastante.

Esta es un poco la situación que hay ahora, es decir, las dos características que se han introducido son en los grandes cultivos. Sobre estos cultivos yo creo que hay muchísima experiencia ganada, en EE.UU. sobre todo, sobre su seguridad y sobre su inocuidad para el consumo. Por supuesto vendrán más, hay muchísimos productos en la cámara, no sólo desde el punto de vista teórico, sino también desde el punto de vista de desarrollo. Hemos oído hablar ya de los primeros productos con características de calidad cambiadas. Un caso que ha hecho bastante eco en las últimas semanas ha sido el arroz, con un incremento en el contenido de Vitamina A, como saben es una de las deficiencias nutricionales más importantes en Asia, y de mayor contenido en hierro. Ya no estamos hablando de mejorar características agronómicas, o modificarlas, sino de mejorar o modificar las características de calidad del producto. Este tipo de plantas se ha retrasado en su aparición porque es más complejo hacerlas, el maíz o la resistencia a herbicidas a insectos es un solo gen, y normalmente estas características metabólicas lo que requieren es que introduzcamos más.

Entre otro tipo de productos que los científicos han desarrollado, y que también creo que saldrán pronto al mercado, son las plantas resistentes a enfermedades, sobre todo a hongos, sobre todo a virus, con diversas técnicas. Esto podrá permitir, en el caso de hongos, una reducción en el uso de fungicidas, y en el caso de virus, como no existen viricidas, no existen productos químicos antivirales. Los virus de plantas se tratan combatiendo a los insectos vectores. El problema de los virus de plantas es que hay que usar insecticidas. Muchas veces, cuando el insecto en sí no es una plaga, es decir, no causa un daño directo pero sí causa la transmisión de una enfermedad, hay que aumentar el uso de insecticidas a un nivel tal que no quede un solo insecto en el cultivo. Es importante el desarrollar plantas resistentes a virus, sobre todo a virus transmitidos por insectos.

Estas son las características en las que se trabaja. Hay muchas otras características, no sólo nutricionales sino de conservación. Por supuesto hay un mundo distinto de plantas transgénicas que no son para consumo, es decir, hay una serie de plantas en las que se está diseñando para la producción de moléculas industriales, plásticos, enzimas, etc. No solo son los cultivos grandes, también se ha conseguido transformar prácticamente cualquier cultivo. Se puede transformar desde la cereza, la chufa no lo sé pero seguro que alguien lo ha conseguido ya, hasta cualquier hortícola. Sin embargo, ya que el título de la charla era “¿Hacia una sociedad transgénica?”, pues yo no creo que las plantas

transgénicas se vayan a aplicar a la gran mayoría de los cultivos, y hay dos motivos fundamentales: la biotecnología tiene dos herramientas, una es la transformación, las plantas transgénicas, y la segunda, que es la más poderosa, es la secuenciación de genomas. La secuenciación de genomas cuando se complete el genoma *gravidexis* en el año 2002, que es la primera planta que se secuenciará, permitirá con mucha facilidad tener un mapa para navegar en el genoma de las plantas, y que la mejora vegetal se base ya no sólo en la genética de Mendel sino tener delante el mapa completo del genoma de una planta. Con ese motivo, la secuenciación va a ayudar a la mejora vegetal por cruza-mientos tradicionales.

En mi caso trabajo con hortalizas y tenemos plantas de melón y de pepinos resistentes a virus, ello podría tener un impacto importante en los cultivos de Almería en tener menos uso de insecticidas. Es muy improbable que una empresa desarrolle sus productos, como es el caso de una empresa de semillas, porque el mercado de estos productos es limitado en cuanto al coste que tiene el estudio regulatorio. El coste de producir la planta es bajo porque la investigación ahora mismo es bastante estándar, pero el dossier de análisis de riesgo de una planta de estas puede ser del orden de mil millones de ptas., y eso para el melón y para la chufa puede ser demasiado dinero. Entonces seguirá siendo una tecnología aplicada fundamentalmente al gran cultivo, sobre todo en los países industriales.

## INTERVENCIÓN DE D. CARLOS TIÓ

Catedrático de Economía y Política Agraria  
Universidad Politécnica de Madrid

**M**ENUDO problema que me ponen a mí encima de la mesa, el mundo transgénico futuro, cuando yo tradicionalmente me he dedicado a estudiar política agraria y soy una persona de otro ámbito, que ya ha reflexionado sobre estos temas desde antiguo; incluso tengo alguna publicación escrita sobre la somatotropina bovina en su día, creo que hace una década, en una investigación a la que haré referencia posteriormente.

Para ser muy sintético y dejar tiempo para el debate, que es lo más interesante, voy a centrar mi intervención. Yo creo que hay dos problemas distintos: uno de ellos es el problema al que se han referido los dos ponentes anteriores, que es un problema en el que yo no voy a entrar, el futuro va a ser transgénico lo mismo que es nuclear. Convivimos con la energía nuclear desde hace mucho tiempo. Efectivamente, yo comparto una afirmación que se ha hecho en esta mesa y es que el espíritu humano, una vez que tenemos ese “escozor” que nos lleva a investigarlo todo, pues a veces nos lleva a hacer desafueros. Las tecnologías existen, no tienen por qué ser autorizadas o privatizada su utilización o su comercio, y entramos en el segundo terreno en el que yo tengo algo más que decir: la organización social-económica de esta problemática.

Intentando ser sintético, yo diría que el problema de la regulación, estamos hablando de cómo regular, cómo organizar la relación de la sociedad y la economía con una tecnología nueva. Históricamente estamos acostumbrados a la regulación nacional, se prohíbe-se autoriza-se regula, dentro de un ámbito socio-político definido. Surge así un nuevo problema, estamos ante un mundo cada día más sin fronteras donde estas cuestiones tienden a regularse en el ámbito socio-político tradicional; pero sin embargo el comercio tiende a liberalizarse, tiende a borrar fronteras. Entonces surge el problema, que no es exclusivo de los problemas transgénicos; está el caso de las hormonas, de la carne de vacuno, que también es el problema vital ahora de enfrentamiento comercial entre EE.UU. y la Unión Europea, y la UE defiende su derecho legítimo, dada la sensibilidad de los consumidores, a defender una normativa restrictiva en la

utilización de estas hormonas. En EE.UU. dicen que ellos también cuidan de sus consumidores, pero que ellos no lo ven peligroso, entonces prohibir la importación de carne de vacuno tratado con este tipo de hormonas es una práctica restrictiva del comercio. Entonces nos introducimos, y este problema se proyecta también sobre el comercio de productos transgénicos y obtenidos por biotecnología, sobre las relaciones internacionales de comercio, que como ustedes saben se inicia una nueva ronda de negociaciones muy pronto, a finales de este mismo mes se inicia esta ronda de negociaciones. Ahí es donde yo centraría el debate, primero en el concepto de economía que tenemos en los distintos países capitalistas, porque la economía, tal y como se entiende en Europa, no es igual al que se entiende en otros países; incluso en Europa hay distintos conceptos de lo que es la economía capitalista. Hay un capitalismo que considera que la economía es el mercado, el mercado es la economía. En Europa no tenemos esa concepción, o por lo menos la mayoría de la Unión Europea se ha construido en base a un concepto de economía distinto. La economía es el mercado más las instituciones. ¿Qué son las instituciones? Pues, y lo voy a llevar al problema de los transgénicos, las instituciones es que si hay una duda tecnológica sobre la repercusión sobre la salud humana, haya un organismo internacional científico independiente que nos pueda evacuar un dictamen a los que somos expertos en esas materias para decidir si conviene que nuestros ciudadanos coman o no coman un producto, o se comercie con él, o se puedan aplicar normas restrictivas en el comercio; lo mismo ocurre con las hormonas de la carne, lo será en su día con la somatotropina bovina. Incluso es obvio que las instituciones no tienen por qué limitarse a las normas sanitarias o tecnológicas, o de las tecnologías que deben ser aprobadas o no, porque mi concepción me lleva a que, obviamente, en EE.UU., o en la UE, o en cualquier otro país del mundo, lo que es bueno para unos no tiene por qué ser malo para otros. Yo iría más allá, si hablamos de instituciones estas deben reflejar una estabilidad monetaria, no podemos vivir en un mundo en el cual la moneda significa cosas distintas en unos países y en otros, porque todo eso repercute en el comercio. Si vamos hacia una economía globalizada y el comercio va a ser libre en el futuro, tendrá que haber unas instituciones económicas y de vigilancia internacionales que no tienen por qué ser similares a las de los países desarrollados hoy día.

Si hay un camino global libre tiene que haber unas instituciones comunes; yo creo que esto choca no solamente en materias agrícolas, tenemos el caso de la excepción cultural, por ejemplo, que es un tema de debate también. Porque no nos olvidemos de una cosa, y entonces volvemos a los transgénicos, si la UE tiene que competir en el futuro en un mercado abierto con Argentina en cereales, o con EE.UU. en oleaginosas, entonces tendremos una de dos: o empobrecer nuestras economías porque vamos a importar multitud de productos porque existen mejores condiciones de competencia; normalmente, en cuestiones ya de aplicación de nuevas tecnologías si no de estructuras, en agricultura es obvio, pero no solamente en agricultura, en otros muchos sectores; o vamos a

una competencia salvaje que nos lleva a una economía basura. Una economía basura es aquella en la que se contrata la mano de obra más barata y donde no hay seguridad social, y donde no hay seguridad alimentaria, porque puede ser que un producto más barato sea vendido porque tiene mayor demanda en el mercado, y a lo mejor el etiquetado no se defiende, no se vigila adecuadamente, o se va a una sociedad reglamentista como la europea que no puede competir, obviamente, en muchos sectores, fundamentalmente en el sector agrícola y ganadero.

Esta reflexión inicial a lo que me lleva es que este es el debate de fondo en el que nos vamos a enfrentar con el problema de las nuevas tecnologías, y con otros, muchos más, problemas sociales. Hay que preguntarse si la UE, su modelo de sociedad y su modelo económico, su modelo de agricultura, etc., lo va a defender en términos razonables, y digo en términos razonables porque detrás de muchas de estas posiciones lo que se oculta es un proteccionismo descarado, que también hay que darse cuenta que tenemos –no voluntariamente– que huir de él; porque esta es la enorme contradicción en la que se encuentra la sociedad europea. Dependemos del mundo porque somos los primeros exportadores económicos mundiales, y como dependemos del mundo nuestro reglamentismo lo único que nos lleva es a enfrentarnos en inferioridad de condiciones con nuestros clientes económicos, porque en agricultura sí somos deficitarios. La UE está abocada a obtener un acuerdo internacional de comercio en las nuevas negociaciones de la organización mundial del comercio, porque nuestro sistema económico lo quiere, y por tanto habrá que ceder en agricultura. ¿Hasta qué punto habrá que ceder en agricultura? ¿Qué debate internacional vamos a tener con nuestros *partenaires* en toda esta gama de materias, que a lo que lleva es a una institucionalización de la economía internacional? Yo creo que el ejemplo de la última crisis del sudeste de Asia es modélico, lo que ha ocurrido es que, después de ser el emblema del liberalismo más desafortunado, los dragones asiáticos resulta que tenían los pies de barro porque no tenían instituciones financieras sólidas; como las que tenemos otra serie de países. El capitalismo internacional ha estado defendiendo como modelo de desarrollo unas economías que en 24 horas se nos han venido abajo, eso es el ejemplo de economía basura, de desarrollo basura; en el sentido de que no hay detrás unas normas internacionales que nos garanticen que las instituciones financieras en las cuales se están invirtiendo nuestros fondos de pensiones tienen unas garantías que nos puedan asegurar el que –por lo menos– no perdamos todo el dinero que se ha perdido allí. Yo creo que este es un problema también de institucionalización de la economía internacional.

Segunda parte: ¿Es posible institucionalizar internacionalmente la investigación científica? Mi experiencia sobre la investigación de la somatotropina bovina. Este estudio fue encargado a un grupo de profesores de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Madrid por parte de una organización empresarial que recogía tres o cuatro empresas muy potentes que investigaban y que habían logrado sintetizar la somatotropina bovina, y estaba ya disponible para su

comercialización. La somatotropina bovina es una hormona natural que ellos habían logrado sintetizar por biotecnología y que, aplicada al ganado vacuno de leche, logra un incremento de rendimientos que estimaban, como promedio, en un 20%. Entonces se seleccionó un grupo de profesores que estudiaban el problema zootécnico de la somatotropina; a mí se me encargó una parte que era el impacto socio-económico: ¿qué pasaría en un mundo sometido a cuotas lecheras en la Unión Europea si se autorizaba la aplicación de esta hormona? Esto dio lugar a un libro que está publicado. Mi análisis socio-económico en política agraria venía a decir que no pasa nada socioeconómicamente. ¿Por qué? Porque cambios tecnológicos que incrementen un 20% la productividad hemos vivido muchos en la agricultura europea. Ésta ha pasado de tener 31 millones de agricultores en el año 59 a tener 7 millones actualmente, y todo por las revoluciones tecnológicas que han cambiado la agricultura europea y la ganadería. Si se introdujeran nuevas tecnologías, y de hecho se van a introducir, sean de carácter biotecnológico o sean de otro carácter; el modelo de agricultura irá evolucionando, el modelo social irá evolucionando y somos capaces de readaptar estructuralmente la agricultura europea ante nuevos retos, y la biotecnología es uno más.

Yo, por no extenderme más, terminaría diciendo que la sociedad europea, y yo no voy a dar ninguna respuesta, ni ninguno de los que estamos en esta mesa creo que encontremos la respuesta, porque no hay una única respuesta; nos tenemos que enfrentar con el problema de si queremos seguir siendo una potencia internacional económica y competir con nuestros rivales, tendremos que llegar a un acuerdo con ellos, saber realmente lo que hay que prohibir, lo que hay que autorizar, hacerlo juntos, y el modelo de agricultura que propone hoy en día la UE se basa en 3 palabras: competitividad, sostenibilidad y multifuncionalidad de la agricultura, eso es un reto enorme. Lo que sí es cierto es que no se puede ir a unas negociaciones internacionales de comercio para liberalizar la agricultura y a la vez seguir poniendo más restricciones a nuestra propia agricultura, cosa que no hacen nuestros competidores. Esto sería la ruina en general, no solamente para el campo sino para el conjunto de la economía europea. Mi impresión es que la revolución informática da la sensación que está perdida en Europa, si perdemos la biotecnológica, perdemos el tren del futuro. No olvidemos una cosa que no se ha dicho aquí, porque hasta ahora hemos estado hablando de la biotecnología aplicada a plantas, pero me da la impresión de que hay una biotecnología en el mundo sanitario-médico y la biotecnología aplicada a la salud humana, que eso no va a haber quien lo frene, y sobre eso no se comercia, directamente se investiga y se aplica sobre enfermos –más o menos terminales–, unos se mueren y otros sobreviven. Así avanza el progreso, y querer limitar el riesgo, aunque solamente sea por las personas alérgicas que puede haber a determinado tipo de productos, por mucha investigación científica que se haga, unos cuantos van a morir, ¿no?