

NOTAS

Puntos de vista acerca de la influencia de los nuevos organismos transgénicos sobre la economía y la biota

Fernando Eduardo Prado

Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. pra@tucbbs.com.ar

Juan Carlos Díaz Ricci

Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (CONICET-UNT). Instituto de Química Biológica "Dr. Bernabé Bloj", Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Chacabuco 461, (4000) San Miguel de Tucumán. juan@fbqf.unt.edu.ar

Hemos invitado a los Dres. Fernando Prado y Juan Carlos Díaz Ricci, profesores de la Universidad Nacional de Tucumán, e investigadores del CONICET, para que expresen sus opiniones sobre el impacto de los organismos transgénicos sobre la agricultura y la ecología. Agradecemos la colaboración de dichos científicos.

EL EDITOR

REFLEXIONES:

LA TECNOLOGÍA TRANSGÉNICA Y LOS DESAFÍOS DEL SIGLO XXI

Indudablemente el mayor desafío que hoy enfrenta la humanidad no pasa ya por tratar de evitar una posible guerra de grandes dimensiones o una potencial epidemia de devastadoras consecuencias, sino el producir alimentos para una población en creciente aumento y con una disponibilidad de recursos cada vez más acotada. Para los más optimistas el planeta puede albergar y mantener hasta 15.000 millones de personas, pero los menos consideran que dicha cifra no pasaría de los 10-12.000 millones; lo que al ritmo actual de crecimiento podría alcanzarse en este siglo. La preocupación por producir más alimentos y materias primas ha sido una constante a lo largo de una buena parte de la historia del hombre; si bien, en la antigüedad tal preocupación fue satisfecha a través del aumento en la capacidad recolectora y en la superficie de las áreas explotadas, hacia mediados del siglo pasado la misma se orientó preferentemente hacia el incremento en los rindes de las cosechas. Surgió así la denominada Revolución Verde en la cual, mediante el uso masivo de agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y una

creciente mecanización de las tareas agrícolas, se logró incrementar la producción de alimentos de una manera exponencial. Si embargo, a pesar de la enorme trascendencia que tuvo la Revolución Verde al incrementar la producción de alimentos, la misma también produjo grandes inconvenientes tanto desde el punto de vista ambiental por el uso y muchas veces abuso descontrolado de los agroquímicos, como social ya que muchas de las regiones más pobladas del planeta, por carecer de los recursos económicos suficientes, no pudieron acceder a sus beneficios (Pedauyé Ruiz *et al.*, 2000). Los grandes avances logrados hacia finales de los años 70 en la denominada tecnología molecular (*e.g.* biología y genética molecular), facilitaron la búsqueda de nuevos alimentos y la mejora de los ya existentes. Esto dio origen a lo que podría denominarse como segunda Revolución Verde; en la cual, el enfoque ya no se centró en la mejora tradicional de los rindes culturales sino en la obtención de individuos, plantas y/o animales, con su dotación génica modificada artificialmente y a voluntad; con la finalidad de dirigir sus potencialidades productivas hacia objetivos prefijados y definidos de antemano. La aparición de estos nuevos individuos, denominados transgénicos por cuanto en su diseño y construcción intervienen genes forá-

neos que dan lugar a combinaciones que por sí mismas nunca podrían ocurrir de un modo natural, ha conducido al establecimiento de nuevos paradigmas en la producción agrícola (Pauls, 1995). Con esta nueva tecnología, de aplicación mayoritaria en el reino vegetal, han sido creadas y puestas a disposición del sector productivo una enorme cantidad de plantas con nuevos genes no sólo de origen vegetal sino también animal, microbiano y viral (Nieto-Jacobo *et al.*, 1999). No obstante los anuncios efectuados por las compañías productoras de organismos transgénicos sobre la inocuidad de los mismos hacia la salud humana y el medio ambiente, la rápida masificación de su empleo ha llevado a que ciertos grupos sociales, tanto gubernamentales como intelectuales, empiecen a dudar de dicha inocuidad y comiencen a plantear la posible existencia de riesgos que el auge de los cultivos transgénicos puede llegar a ocasionar. Muchas veces estas voces fueron acalladas con argumentos provenientes, sobre todo, de las compañías que dominan el mercado de la producción de organismos transgénicos y también de ciertos ámbitos académicos y/o científicos vinculados a la creación de individuos transgénicos; no obstante ello, hoy en día gracias a trabajos científicos y observaciones bien realizadas los argumentos esgrimidos a pleno favor de los organismos transgénicos comienzan a mostrar serias falencias (Rogers y Parkes, 1995; Ellstrand, 2001). A la seguridad alimentaria, hoy puesta en duda, esgrimida como principal ventaja de los cultivos transgénicos, se opone un severo cuestionamiento, quizás el más importante, que no ha podido ser respondido eficazmente por los promotores a ultranza de la tecnología transgénica. La gran duda se refiere a los graves riesgos ambientales y ecológicos que a largo plazo puede conducir la masificación transgénica. Tales riesgos existen y ya han dado lugar a profundos debates entre los distintos actores de la sociedad. Sin embargo, los mismos son sistemáticamente eludidos por los monopolios que manejan el mercado de los organismos transgénicos. Estas corporaciones, como lo hicieron desde el mismo momento en que aparecieron los primeros organismos transgénicos, sostienen

que individuos con sus dotaciones genéticas alteradas han estado presentes desde tiempos inmemoriales. Lo que no dicen tales compañías es que sus creaciones van en contra de todas las leyes de la genética; por cuanto, la incorporación de genes virales, microbianos o de animales a organismos vegetales, no es algo que vaya a ocurrir de un modo espontáneo y natural. De aquí que lo que se critica y se requiere de un estudio —cuanto menos— más profundo y sostenido a lo largo del tiempo, antes de considerar a la tecnología transgénica como algo totalmente seguro y carente de riesgos.

Al ser los organismos transgénicos entidades que se van a desarrollar en ambientes abiertos las interacciones tróficas y medioambientales que ocurran con ellos, obligan necesariamente a estudios interdisciplinarios y de larga duración para poder decidir si un organismo transgénico es seguro para su liberalización comercial. La relativización hecha por las compañías productoras de organismos transgénicos sobre los potenciales peligros de transferencias génicas no deseadas hacia especies no transgénicas, no es válida por cuanto ya ha sido fehacientemente documentado que tales transferencias han ocurrido. Como ejemplos de ello pueden mencionarse el pasaje de transgenes de maíz, vía polinización, a las poblaciones de maíz nativo que ha sucedido en Méjico, y la aparición de transgenes de colza en parientes silvestres, detectada en Europa (Mikkelsen *et al.*, 1997; Quist y Chapela, 2001). Asimismo, la demostración de que la toxina Bt puede afectar a insectos predadores benéficos que se alimentan de las plagas presentes en los cultivos-Bt (Hilbeck *et al.*, 1999), ha encendido también una luz de alerta en la autorregulación natural de las poblaciones de insectos benéficos y plagas; ya que a lo largo de los ciclos de cultivo unos u otros encontrarán presas que contienen la toxina Bt. Así la alteración en los mecanismos naturales de control biológico puede conducir a graves riesgos para la salud y el medio ambiente. Pero los efectos ambientales que pueden ocurrir con la toxina Bt, no se limitan sólo a los cultivos y a los insectos ya que dicha toxina puede incorporarse en el suelo a través de las hojas y restos de plantas trans-

génicas; donde pueden persistir durante dos o tres meses adhiriéndose a las partículas ácidas de tierra arcillosa y de humus, las que de este modo le ayudan a resistir el deterioro y conservar su actividad tóxica (Palm *et al.*, 1996). Surge así que la toxina Bt puede tener también efectos negativos tanto para los invertebrados terrestres y acuáticos como en el reciclado de nutrientes (Donnegan y Seidler, 1999). Ante éstas y otras evidencias sobre los efectos no deseados de los organismos transgénicos (Dietz, 1993), resulta imperioso una mayor profundización, con enfoques tanto científicos como socioculturales, de los estudios sobre tales organismos antes de su liberación masiva. Encarar esta problemática también desde un punto de vista sociocultural resulta innegable, ya que muchas regiones van a ver desplazados sus cultivos tradicionales por otros, cuyo uso requiere pagar regalías; aún cuando en muchos casos el patrimonio genético utilizado para producir los nuevos cultivos sea de su propiedad. Este hecho puede llevar a situaciones de iniquidad dado que muchos de los pueblos que hoy necesitan de alimentos, son también los más pobres y los que menos recursos disponen para acceder a los mismos (Tripp, 1996; Brush, 2000).

Por lo expresado hasta aquí parecería que la única disyuntiva existente es estar a favor o estar en contra de los organismos transgénicos; sin embargo, ello no debe ser interpretado de dicha manera, sino más bien como un llamado a la reflexión sobre una problemática que nos atañe a todos. Al no encarar este tema con la suficiente profundización, se corre el riesgo de que con la tecnología transgénica ocurra lo mismo que con la nuclear; la cual, en la década de los años 70 impulsada por la crisis del petróleo recibió un fuerte impulso, llevando a la construcción de numerosas centrales nucleares en todo el mundo. En esos tiempos, al decir de una buena parte de la sociedad científica y política, la tecnología nuclear era lo más seguro y lo menos contaminante; sin embargo, transcurrieron pocos años hasta el desastre de Chernobyl (Greenpeace, 2006), que nos mostró que ello no era así. Lo mismo puede ocurrir con los organismos transgénicos dado que hoy, la mayoría de

las voces proclaman su inocuidad y ensalzan sus beneficios para la humanidad. En el caso de estos organismos, además, no debe dejarse de lado que se trata de seres vivos y por ende con capacidad para producir cambios o mutaciones, que en un tiempo más o menos prolongado pueden acarrear a situaciones realmente peligrosas para la humanidad. Como una reflexión final, es indudable que los organismos transgénicos pueden representar una alternativa promisoriosa para la obtención de más y mejores alimentos, pero su empleo no debe ser tomado a la ligera como una aventura más; ya que sus consecuencias a largo plazo pueden resultar más perjudiciales que los potenciales beneficios que hoy se proclaman.

BIBLIOGRAFÍA

- Brush, S. B. 2000. Genes in the Field: On-farm conservation of crop diversity. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.
- Dietz, A. 1993. Risk assessment of genetically modified plants introduced into the environment. *In: Wöhrmann, K & J. Tomiuk (Eds.). Transgenic Organisms.* Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, pp. 209-227.
- Donnegan, K. K. & R. Seidler. 1999. Effects of transgenic plants on soil and plant microorganisms. *Recent Research Developments. Microbiology*, 3: 415-24.
- Ellstrand, N. C. 2001. When transgenes wander, should we worry? *Plant Physiology*, 125: 1543-1545.
- Greenpeace. 2006. The Chernobyl catastrophe. Consequences on human health. Official Document, pp. 139.
- Hilbeck, A.; W. J. Moar; M. Putzai-Carey; A. Filipini & F. Bigler. 1999. Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. *Entomology, Experimental and Applied*, 91: 305-16.
- Mikkelsen. T. R.; T. P. Hauser & R. B. Jørgensen. 1997. La huida de los genes. *Mundo Científico*, 178: 323-325.
- Nieto-Jacobo, M. F.; A. Guevara-García & L. Herrera-Estrella. 1999. Plantas transgénicas. *Investigación y Ciencia*, 268: 70-80.
- Palm, C. J.; D. L. Schaller; K. K. Donegan & R. J. Seidler. 1996. Persistence in soil of transgenic plant produced *Bacillus thuringiensis* var. *Kustaki* -endotoxin. *Canadian Journal of Microbiology*, 42: 1258-62.
- Pauls, K. P. 1995. Plant biotechnology for crop improvement. *Biotechnology Advances*, 13: 673-693.

- Pedauyé Ruiz, J.; A. Ferro Rodríguez & V. Pedauyé Ruiz. 2000. Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde. MacGraw Hill, Madrid, España.
- Quist, D & I.H. Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414: 541-543.
- Rogers, H.J & H.C. Parkes. 1995. Transgenic plants and the environment. *Journal of Experimental Botany*, 46: 467-488.
- Tripp, R. 1996. Biodiversity and modern crop varieties: sharpening the debate. *Agriculture and Human Values*, 13: 48-62.

FERNANDO PRADO

ORGANISMOS GENÉTICAMENTE
MODIFICADOS. FUENTE DE
BIODIVERSIDAD Y UNA ESTRATEGIA
COMERCIAL INEVITABLE PARA
PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE

Desde la publicación de primer experimento exitoso de transformación de plantas con ADN proveniente de otros organismos (Caplan *et al.*, 1983) y su posterior utilización para fines científicos y tecnológicos, la certeza de haber irrumpido en las ciencias biológicas con una tecnología que permitía abordar temas biológicos desde una perspectiva molecular, fue creciendo concomitantemente con la idea de haber transgredido una ley cósmica y un precepto natural sagrado. Ese temor al castigo divino, fue echando raíces entre la población de "gentiles" y hombres de ciencia alejados del tema, de tal manera, que llegó a asociarse la transgénesis con procedimientos biológicos censurables, heréticos y propio de tiempos apocalípticos. Una actitud como esa, tan poco razonable y polarizada sólo es justificable en comunidades sumergidas en la más profunda ignorancia sobre el tema, u organizaciones que utilizan argumentos con algún peso científico para manipular conciencias, ocultando oscuros intereses de mercado.

Sin embargo, una mirada menos apasionada y equilibrada de la situación, puede contribuir a arrojar un poco de luz en una atmósfera enrarecida por acusaciones y argumentos que poco ayudan a poner la cosa en su debido lugar.

Como se trata de un tema complejo que presenta aristas que involucran a muchas disciplinas de las ciencias y humanidades, la reflexión que presento en estas líneas se concentrarán en sólo algunos aspectos, que considero el marco referencial dentro del cual se debería encausar esta interesante cuestión.

La transformación genética.— En la jerga científica vulgar, se entiende que transformar un organismo consiste en modificar la dotación genética de cualquier ser vivo. La modificación puede consistir en la introducción o supresión de genes o elementos genético cuya función se desea modificar (activador, inhibidor, silenciador, regulador, etc.). Si la transformación implica la introducción de genes, éstos pueden provenir del mismo u otro organismo (García Olmedo, 1988). Los puntos más conflictivos se concentran en: *i*) de que gene/s se trata, *ii*) "como" se realiza esa transformación y *iii*) si es el procedimiento emplea técnicas de ingeniería genética o no.

En este punto creo que es necesario recordar, que la transformación genética es un mecanismo de transferencia de información genética, que es tan viejo en biología como la vida misma en la tierra y ha sido sin lugar a dudas, un mecanismo natural esencial en los procesos iniciales de especiación y crecimiento de la diversidad biológica. Ejemplos de transformación espontánea en la naturaleza son muchos y sin buscar demasiado, se podrían encontrar varios ejemplos de transferencia horizontal de genes entre organismos de la misma o diferentes especies. La tecnología no hizo más que pedir prestado de algunos sistemas ya exitosos en la naturaleza, para conducir el proceso de transformación hacia objetivos más "útiles para el hombre". Como ejemplo basta mencionar que la transformación de plantas por conjugación, no es otra cosa que repetir en el laboratorio y en condiciones optimizadas lo que los fitopatógenos *Agrobacterium tumefaciens* o *Agrobacterium rhizogenes* hacen con algunas plantas que le sirven de hospedadores.

En conclusión, utilizar el argumento que la transformación genética es un proceso

antinatural o raro es un error tan grande, como pensar que las enfermedades, pestes y plagas pueden ser erradicadas definitivamente de la faz de la tierra.

Sin embargo, no se puede negar que la introducción de las técnicas de ingeniería genética, han ampliado enormemente el rango de las aplicaciones y tráfico de la información genética entre especies que naturalmente no se transforman espontáneamente (García Olmedo, 1988). Y es esto último justamente lo que ha provocado la sensación que se ha abierto la "Caja de Pandora", y desde ahora se puede obtener y hacer cualquier cosa. Sin embargo, es importante reconocer que lo que se pueda o no hacer, evitar u ocultar, no es una cuestión puramente científica, sino materia que debe ser discutida y evaluada desde el campo de la ética. Este argumento tan importante, es igualmente válido y aplicable en otros campos de aplicaciones tecnológicas como es el uso de fuentes alternativas de energía (i.e. solar, atómica) compuesto químico de uso farmacológico, nuevos materiales, informática y muchos otros. Ejemplos del uso perverso de hallazgos científicos son numerosos.

Un nuevo paradigma sustentado en viejas tradiciones.— Las tecnologías que permiten obtener y utilizar los OGMs, no son, ni hacen otra cosa que brindar más y mejores herramientas para orientar, focalizar y acelerar un proceso de obtención de variedades o razas de plantas y animales que satisfagan la necesidad del hombre. En otras palabras, hacer más rápido y mejor lo que hizo el hombre desde que está en la faz de la tierra y aprendió a que se podía seleccionar variedades mejores de trigo, maíz, papas, aves y mamíferos para obtener alimentos con mejores propiedades alimenticias o medicinales (García Olmedo, 1988). Esta tecnología de ningún modo intenta, ni debe eliminar las etapas de selección obligatorias en todo programa de mejoramiento genético serio.

El riesgo como argumento.— Es un error pensar que la selección que el hombre estuvo haciendo de las especies y variedades más convenientes desde tiempos inmemoria-

les, no se realizaba utilizando una biodiversidad preexistente, y que esa diversidad era a la vez producto de muchos procesos de transformación y selección natural. Tampoco se tiene en cuenta que en muchos de esos procesos de transformación y selección, participaban otros organismos (factores bióticos) además de factores abióticos y climáticos (García Olmedo, 1988). La moderna microbiología de suelo y la fitopatología ponen en evidencia la activa interacción entre plantas, animales y microorganismos, los que a la vez determinan condiciones de selección que podrían con el tiempo transformarse en determinantes genéticos específicos. Es decir, las especies que interactúan, se transforman para sobrevivir y en ese proceso participa el hombre, seleccionando lo que más le conviene.

Llevada la discusión a este plano, bien podría decirse entonces, que cualquier manipulación genética que diera como resultado una variedad con nuevas propiedades, contribuye positivamente a la biodiversidad, quedando otra vez en manos del hombre, decidir si esa es la variedad conveniente o no. La ventaja de estas nuevas tecnologías radica en que si el producto obtenido le conviene al hombre, lo aprovecha y si no, lo destruye; y si así no sucediera y escapa al campo, podrá propagarse en el medio natural si las condiciones así lo permiten, como cualquier nueva variedad o incluso especies, sufriendo así el proceso selección propuesto por la misma naturaleza.

No se puede negar que eventos como éstos también suceden espontáneamente, y que por recombinación natural o selección por uso de agroquímicos (con métodos clásicos) pueden surgir variedades que son muy exitosas para las condiciones agroecológicas establecidas, y como no despiertan el interés del hombre, no se percata de ello, dejando camino libre a su propagación incontrolada, lo que llevaría en poco tiempo a transformarse en una malezas o plaga muy difícil de controlar.

Puestas las pesas en la balanza de este modo, no habría entonces diferencia entre un proceso natural y uno producido por ingeniería genética, salvo que en este último caso, si la experimentación está bien condu-

cida, la destrucción de los OGMs es posible y hasta recomendada por las agencias regulatorias competentes, como la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) en la Argentina, ya que al menos en una primera etapa de propagación, los productos obtenidos deben quedar confinados el laboratorio o invernadero. Los efectos que un escape pudiera tener en la naturaleza, no sería mucho peor —al menos que se tratara de una arma biológica destinada para tal fin— que un evento natural “indeseable o inconveniente” para algún organismo que comparta el nicho ecológico, con la diferencia que pasaría totalmente inadvertido. En otras palabras, una plaga de origen natural o introducida por un OGM no tiene otro blanco que la producción agro-laganadera o la salud y en cualquier caso contribuye positivamente a la biodiversidad, a pesar de los intereses del hombre.

También se atribuyen riesgos de propagación de resistencias a antibióticos en suelos y alimentos que podrían tener consecuencias en la salud. Sin embargo, una mirada más profunda del problema nos conduciría a la conclusión que nada de lo

previsto puede ser atribuible únicamente a uso de estas tecnologías. Gérmenes multi-resistentes a antibióticos y factores de transmisión horizontal han sido detectados y se generan espontánea y permanentemente en hospitales y sanatorios, constituyendo verdaderos y graves problemas intrahospituarios, sin que su origen pueda ser atribuible a este tipo de tecnologías.

Agricultura tradicional versus la nueva tecnología.— Por efecto de la necesidad, la costumbre, el afán del hombre, y también por el modelo impuesto por las sociedades de consumo de asociar la producción agro-ganadera con el desarrollo de un país, se ha olvidado, y por lo tanto no ha dado lugar a incorporarlo en nuestro bagaje cultural, que toda actividad agrícola-ganadera es muy perturbadora y hasta destructiva del medio ambiente. Este simple concepto, pone en igualdad de condiciones a “cualquier intento” del hombre de abordar una explotación agro-ganadera en escala. Esto se aplica tanto si la explotación se realiza con métodos clásicos, con variedades obtenidas y seleccionadas por métodos clásicos, como de última

Cultivos	Agroquímicos controladores *		
	Herbicidas preemergentes	Herbicidas posemrgentes	Insecticidas
Soja (tradicional)	Imazatapir, (1) Imazaquin, (1) Capaz, (0,3) Flumioxazin, (0,1)	Propaquizafop, (0,6) Cletodium, (0,6) Fenoxaprop, (0,6)	Clorpirifós, (0,5) Cipermetrina, (0,2) Endosulfán, (0,5)
Soja RR	Glifosato#, (0,1)	Glifosato#, (0,1)	Clorpirifós, (0,5) Cipermetrina, (0,2) Endosulfán, (0,5)
Maíz (tradicional)	Atrazina, (1,5) Metalacloro,(1) 2,4 D Ester (0,5)		Tiodicarb, (0,7) Clorpirifós, (1) Cipermetrina, (0,2)
Maíz RR y Bt	Glifosato, (0,1)	Glifosato, (0,1)	Nada

Tabla 1. Comparación de algunos de los herbicidas e insecticidas más utilizados en cultivos de líneas no transgénicas y transgénicas de soja y maíz.

[*] Los valores entre paréntesis corresponden a cantidades sugeridas (en litros/ha) aunque pueden variar según las condiciones. [#] Puede utilizarse solo o combinado con otros según el tipo de maleza a controlar. Los productos químicos arriba mencionados son sólo ejemplo de una larga lista de herbicidas e insecticidas actualmente disponibles en el mercado. [Comunicación personal del Ing. Sergio Salazar, INTA.]

generación utilizando OGMs. A esto último hay que agregar, y en esto tienen mucho que ver las organizaciones detractoras de las nuevas tecnologías, que se ha difundido la falsa idea que utilizar una tecnología basada en OGMs en cualquier explotación agrícola, significa un impacto ambiental de tal magnitud, que es muy difícil prever sus consecuencias. En contraposición colocan a las tecnologías clásicas como si estuvieran libres de riesgo. Nada más alejado de la realidad. Técnicas tradicionales incluyen además de la preparación del terreno, una larga lista de agroquímicos que deben ser aplicados antes, durante y después de la siembra, para garantizar la calidad de la cosecha (ver Tabla 1). Las consecuencias para la salud humana, animal y del medio ambiente en general generadas por las tecnologías clásicas, rara vez fueron, son, ni serán evaluadas con el mismo interés y empeño con que se evalúa el impacto que producen las nuevas tecnologías en esos mismos parámetros. Y a pesar de esta actitud tan discriminante —fogueada normalmente por empresas internacionales que no pierden la oportunidad de advertir lo más conflictivo de estas nuevas tecnologías, omitiendo mencionar que cualquier otra metodología es peor, a excepción de la agricultura orgánica que está fuera de competencia en el mercado internacional—, la tecnología se transformó, paradójicamente, en un verdadero logro dentro de la actividad agrícola moderna (García Olmedo *et al.*, 2001). En la Tabla 1 se intenta dar una idea de lo que acabamos de decir. La introducción de las variedades RR de soja y RR y Bt de maíz por ejemplo, han permitido el uso de técnicas de cultivo de siembra directa que son mucho más “amigables” con el medio ambiente (García Olmedo, 1988; García Olmedo *et al.*, 2001). Además, las variedades transgénicas en sí, evitan el uso masivo de productos químicos, de uso obligatorio en tratamientos pre- y posemergentes en cultivos tradicionales, que provocan gran impacto en la salud y en el medio ambiente. A esto habría que agregar que el problema de “derivación”, es decir el efecto de uso de agroquímicos en cultivos vecinos, se da en cualquier cultivo extensivo independientemente del tipo de tecnología utilizada.

CONCLUSIÓN

El tema es arduo y complejo, y excede en mucho la extensión de estas líneas. Sin embargo, es imperativo que se establezca la discusión a varios niveles, para poder concluir racionalmente sobre las ventajas o desventajas del uso de los OGMs, pero dentro de un marco de discusión en el que se incluyan todas las variables del tema y sobre todo, estableciendo claramente con respecto a que situación hay que comparar el cambio propuesto. No se puede demonizar una tecnología o sus resultados con el argumento que todo lo “otro” es mejor, sin decir como es realmente lo “otro”. Tampoco se puede tomar como ejemplo de estudio o comparación, resultados que fueron claramente destinados a satisfacer objetivos “no autorizados” o “clasificados”, como sucedió con los arsenales biológicos desarrollados durante la época de la guerra fría.

En la mesa de discusión, también es imprescindible que se aclare quienes son los que representan los “poderes ocultos” que manejan el meganegocio de los productos obtenidos por las nuevas tecnologías, y de que modo ponen en juego sus multimillonarios intereses particulares (Hobbelink, 1991). Es nuestro deber rasgar el velo de la ingenuidad, para descubrir que bajo argumentos medianamente aceptables de respeto por el medio ambiente (paradójicamente más aceptable por los que no le temen al cambio), se esconden claros y perversos objetivos de mercado (Hobbelink, 1991), que nada tienen que ver con la protección de la naturaleza. Como ejemplo basta analizar la actitud de las multinacionales relacionadas a la explotación de productos químicos, farmacéutica, minería, petróleo y sus derivados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caplan, A.; L. Herrera-Estrella; D. Inzé; E. Van Haute; M. Van Montagu; J. Schell & P. Zambryski. 1983. Introduction of Genetic Material into Plant Cells. *Science* 222 (4625): 815-821.
- García Olmedo, Francisco. 1998. La tercera revolución verde. Plantas con luz propia. Editorial Debate S.A. [Ed.], Madrid.
- García Olmedo, F.; G. Sanz-Magallón & E. Marín Palma. 2001. La agricultura Española ante

los retos de la Biotecnología. Instituto de Estudios Económicos (Ed.), Madrid.
 Hobbelink, H. 1991. *Biotechnology and the future of world agriculture*. Zed Books Ltd. (Ed.), London.

JUAN CARLOS DÍAZ RICCI

ACERCA DE LA OPINIÓN
 DEL DR. DÍAZ RICCI

Respecto al escrito del Dr. Juan C. Díaz Ricci referente a los OGM, si bien, el mismo centra su interés en el potencial beneficio que el uso de dichos organismos redundará para la humanidad, cae en algunas imprecisiones cuando hace referencia a la biodiversidad al pretender comparar el proceso natural de aparición de nuevas especies con la modificación de especies ya existentes a través de la introducción de dotaciones de genes extraños; lo que ha dado lugar a combinaciones genéticas de ocurrencia im-

posible en la naturaleza. Asimismo se comete una serie de errores de apreciación al pretender ensalzar las virtudes de los OGM frente a los cultivos tradicionales. Así se menciona que el uso de la soja RR o el maíz Bt han permitido las prácticas de la siembra directa o un menor uso de agroquímicos, lo cual no es cierto ya que el término agroquímico engloba toda una serie de productos utilizados en las prácticas agrícolas y no sólo al herbicida glifosato (soja RR) o agentes contra insectos predadores (maíz Bt). De todos modos y sin que esto constituya una negación o crítica hacia lo expresado por el Dr. Díaz Ricci, coincido totalmente con él en la necesidad de establecer un debate serio y con todos los actores de la sociedad acerca de las ventajas y riesgos que puede acarrear el uso, cada vez más creciente, de los OGM a corto, mediano y largo plazo. Ello, considero debe ser así, por cuanto no sólo están en juego ciertos intereses económicos sino también el posible destino de toda la humanidad.

FERNANDO E. PRADO