

Plantas y alimentos transgénicos: percepciones sociales

José Manuel Machado Rodríguez

Investigador. Instituto de Biotecnología de las Plantas, Villa Clara.

Y sacolo Jehová del huerto del Edén, para que labrase la tierra de que fue tomado.

Génesis, 3:23

Para evitar que el ritmo de consumo sobrepase la capacidad de renovación de los recursos, el hombre debe inventar de nuevo.

Henry de Lumley,

«Les plantes génétiquement modifiées»

La actividad agrícola del hombre es milenaria. Desde sus primeros pasos, hará unos doce mil años, se esfuerza por seleccionar las mejores plantas. Uno de los primeros ejemplos de mejoramiento por selección es el ancestro salvaje del trigo, el *einkorn*, cuyos tallos, muy frágiles, tendían a doblarse y partirse bajo la influencia de los vientos y la lluvia. El hombre buscó y halló plantas que poseían el tallo más sólido. De esa manera se preservaron los granos que dieron lugar a plantas más resistentes a las inclemencias del tiempo y que iniciaron el mejoramiento del trigo actual. Algo similar ocurrió con el ancestro del maíz, el *teosinte*, que después de innumerables selecciones se convirtió en el maíz que se conoce hoy, con todas sus variedades.

De este modo, puede constatar que la mezcla de genes se ha llevado a cabo con la participación consciente del hombre, y también, no pocas veces, gracias al azar.

La agricultura, y no la ganadería, es la que ha marcado ancestralmente la pauta alimentaria. El cuerno de la abundancia representa vegetales, frutas y flores de los cuatro puntos cardinales, pero no hay un solo producto derivado del reino animal. Es evidente la importancia que históricamente ha tenido la producción agrícola, y la dependencia del ser humano hacia ella. Producir lo suficiente o perecer, esa es la cuestión.

El incremento poblacional ha traído como consecuencia la reducción de tierras cultivables. Recuérdese que los núcleos habitacionales se agrupaban preferentemente en las zonas más fértiles y con mayor abasto de agua. En el mejor de los casos, esto provocaba la disminución de las reservas acuíferas, acompañada de la erosión y el desgaste orgánico y mineral de los asientos cultivables. También la actividad inteligente del hombre lo llevó a contaminar esos recursos no renovables, a veces de manera irreversible.

Desde los orígenes, en Iraq, de la domesticación y el mejoramiento de cultivos como el trigo y la cebada,

se ha andado un largo trecho en el tiempo y el espacio. Si bien esto provocó que el valle tan fructífero de ese país se convirtiera en un desierto, las experiencias nacidas allí se transmitieron allende antiguas fronteras para permitir su perfeccionamiento y la obtención de nuevas variedades.

La Revolución Verde: una opción

Durante la década de los años 60 del pasado siglo, con la promoción de un proyecto presentado por Norman E. Borlaug —premio Nobel de la Paz en 1970—, se hicieron las primeras investigaciones sobre la selección de variedades de cereales que tuvieran alto rendimiento. En realidad, ya se estaba trabajando intensamente en los años siguientes a la Segunda guerra mundial, pero fue en el decenio mencionado cuando las nuevas variedades de trigo y arroz se propagaron por casi todo el mundo, contribuyendo a un incremento importante del rendimiento agrícola.¹

Uno de los factores claves de la Revolución Verde es la utilización de la genética, las leyes de la transmisión de caracteres hereditarios, descubiertas por Gregorio Mendel y publicadas en 1865.

El ejemplo del trigo puede dar una idea de lo que significó la revolución verde en sus inicios. En 1920, el rendimiento de la cosecha de trigo en algunos países europeos era apenas de unos quince quintales por hectárea, no mucho más de lo que se recolectaba en la Edad Media. En estos momentos, sin aplicar la transformación génica, los rendimientos están por encima de 70 quintales por ha y se alcanzan cifras récord de hasta 130.² La producción de trigo en la India se duplicó en la cosecha de 1970-1971, y el empleo a mayor escala de granos seleccionados dio como resultado que la producción pasara a 33 millones de toneladas en 1978-1980, o sea, 41% más que ocho años atrás. En Asia ocurrió un aumento muy significativo en el arroz. En general, los países africanos al sur del Sahara fueron los menos favorecidos, por el mayor peso de sus problemas socioeconómicos que les impidió la introducción de las semillas seleccionadas al mismo ritmo que en Asia, además de carecer de un sistema de irrigación y del abastecimiento suficiente de abonos, entre otras causas.

Según la FAO, los factores decisivos en el aumento de los rendimientos fueron los siguientes:

- La selección varietal, que representa 23% de este aumento.
- La fertilización química (24%).
- La irrigación (29%).
- La protección química y los métodos de protección física de las plantas (24%).

Pudiera preguntarse: ¿por qué no continuar con la revolución verde, utilizando variedades mejores e intensificando el empleo de la fertilización química, la irrigación y la protección química y física de las plantas?, ¿para qué inventar otra tecnología, de la cual no se conocen sus consecuencias?

La realidad es la siguiente: Si tenemos en cuenta los factores que fueron decisivos para el aumento de la producción de los cultivos, podemos discernir que existen límites para cada uno de ellos, y su manejo indiscriminado pudiera llevarnos a una catástrofe de proporciones inimaginables. En algunas zonas del mundo ya es tangible el efecto de los desbalances causados por el hombre.

Al someter a un somero análisis el factor que más peso tiene en este avance agrotecnológico, la irrigación, se puede constatar que ha habido un aumento considerable en el consumo mundial de agua. Ya en 1997 se informaba que más de 70% de su consumo total en el mundo, correspondía a la agricultura, y tomando en cuenta solo a los países pobres esta cantidad alcanzaba más de 90%.³ Eso quiere decir que más de dos tercios del agua obtenida de lagos, ríos y mantos freáticos se destina a la irrigación.⁴ En los países del Tercer mundo, esta es la cuestión que frena más el desarrollo de la agricultura, no solo en el período analizado, sino también, de manera más aguda, en la actualidad.

La irrigación seguirá siendo necesaria, pero debe emplearse racionalmente, pues de otro modo las capas subterráneas no tendrán tiempo de recuperarse, y se originaría un efecto de salinización que afectaría las tierras fértiles, convirtiéndolas en áreas inapropiadas para el cultivo. La FAO pudo constatar este efecto en más de 20% de las tierras irrigadas en China y Pakistán.

Otra cuestión es la utilización de fertilizantes y productos fitosanitarios, los cuales, en gran parte, han contribuido a duplicar la producción agrícola en los últimos treinta y cinco años. En un estudio hecho por la Organización Mundial de la Salud (1988-1990), se supo que las pérdidas en los principales cultivos —arroz, trigo, sorgo, maíz, soya, algodón y café— representaban 38% de la producción cuando se aplicaban los tratamientos indicados, pero llegaban a 66% cuando no se aplicaban.⁵

Es evidente que para la alimentación de la población del planeta hay que aumentar los rendimientos de los cultivos, porque la superficie de las tierras disponibles disminuye y se agudizan la deforestación y la erosión de los suelos. Hace falta una nueva revolución verde que intervenga con técnicas de punta y que revolucione el campo de la biotecnología vegetal.

Gracias al desarrollo espectacular de la biología molecular y de la genética, la nueva biotecnología ha

podido ampliar el campo de sus aplicaciones, y se han perfeccionado las técnicas de mejoramiento de las plantas, avisorando nuevas perspectivas.

Biotecnología vegetal

Aunque suelen nominarse así las nuevas técnicas de cultivo *in vitro* de células, órganos y tejidos vegetales, en realidad el concepto abarca un horizonte más amplio, que va desde la selección varietal hasta las manipulaciones de ingeniería genética.

La posibilidad de regenerar una planta completa a partir de una sola célula, fenómeno conocido como totipotencia, permitió obtener miles de copias (clones) de un mismo individuo, seleccionado previamente, poseedor de las mejores características productivas y agronómicas. De esta manera se puede sustituir en breve tiempo lo que demoraría años por los métodos tradicionales.⁶

Aunque en sí el cultivo *in vitro* proporciona mejores características a la planta, debido a la renovación del tejido, esto no quiere decir que adquiera propiedades tales que satisfagan todas las expectativas de los mejoradores. Para lograr esa meta, los científicos recurrieron a las herramientas de la ingeniería genética; o sea, la transferencia de genes que expresan las características deseadas, bien de una bacteria, un virus, otra planta, un animal, o hasta de un ser humano.

Ingeniería genética de las plantas

Es necesario conocer las bases de la transformación genética de las plantas para analizar de manera prospectiva las consecuencias de la obtención y el uso de las plantas transgénicas.⁷ En ellas, la transformación se basa en la introducción de uno o varios genes en el genoma de la célula vegetal.

La transferencia de genes existe en la naturaleza normalmente, en forma activa y pasiva. Las meticolosas observaciones de un grupo de científicos sobre el desarrollo de una enfermedad, llamada «agalla de la corona», permitieron estudiar el mecanismo de acción de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la cual transfiere parte de su información genética a la planta, obligándola a que produzca ciertas sustancias vitales para la subsistencia y multiplicación de la bacteria. Este mecanismo fue aprovechado para insertar los genes de interés en las plantas objeto de estudio. También se desarrollaron otras técnicas de laboratorio para transferir genes de forma directa, como la «pistola de genes», la electroporación y la microinyección, entre otras.⁸

Esta tecnología se utiliza para realizar investigaciones básicas sobre la expresión génica, para añadir un

marcador en el proceso de clonación de una variedad y como método complementario para su mejoramiento, lo cual es de gran importancia.

Aplicaciones de la transgénesis vegetal

Las aplicaciones de la transferencia de genes (transgénesis) a las plantas son numerosas, pues no solo tienen relación agronómica, sino que también se ensayan en medicina, recuperación de suelos, cosmetología, obtención de variedades ornamentales, entre otras. En este trabajo nos referiremos solamente a las aplicaciones agronómicas más conocidas, que a su vez generan el mayor impacto sobre las opiniones del público.

Resistencia a herbicidas

Esta es una de las características más utilizadas en los cultivos transgénicos desde hace varios años. Su objetivo es obtener variedades resistentes a un herbicida total para que el tratamiento de las hierbas indeseables pueda hacerse en forma generalizada sin afectar la planta de interés, lo cual reduce significativamente los costos. Entre los cultivos existentes con resistencia a un herbicida total están la canola, la colza, la soya y el maíz.⁹

Resistencia a insectos

En la naturaleza existe una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis*, capaz de producir la muerte de varias plagas de los más importantes cultivos. El hombre la utiliza desde la primera mitad del siglo pasado como medio biológico para combatir ciertos insectos dañinos; sin embargo, no siempre produce el efecto deseado: su efectividad es baja debido a que la bacteria es sensible a la temperatura y a los rayos solares, y actúa solo cuando es ingerida por los insectos o sus larvas; por lo tanto, si llueve después de haber sido aplicada a las plantas, no se encontrarán en la superficie del tejido vegetal.

La solución que adoptaron los científicos fue transformar las plantas con el gen que codifica la toxina del *Bacillus thuringiensis*.¹⁰ De manera que las larvas de los insectos, al comer de las hojas o tallos de estas plantas, se debilitan o perecen, con lo cual disminuye sensiblemente la población de las plagas. Eso no quiere decir que se elimine la aplicación de pesticidas, pero sí que se puede reducir de manera significativa.

Resistencia a enfermedades

Esta es una característica que se ha podido transferir a varios cultivos para elevar la resistencia a

enfermedades producidas por virus,¹¹ hongos y nemátodos¹² utilizando diversas estrategias que permiten inhibir la acción de estos agentes patógenos. En muchos casos se transfieren genes de plantas de diferentes especies que poseen resistencia natural a estos agentes, o se utilizan tácticas que «silencian» ciertos genes vitales para el desarrollo de los agresores.

Aumento del valor nutricional

Una de las causas de la desnutrición en los seres humanos es la alimentación basada exclusivamente en el consumo de granos y sus derivados, raíces, tubérculos, tallos, hojas, porque las plantas de las cuales estos se alimentan no poseen todos los aminoácidos requeridos para su normal metabolismo; de ahí que se requiera, como complemento, la proteína animal. Muchos pueblos en los continentes asiático y africano se alimentan casi exclusivamente con arroz o yuca, y al cabo del tiempo comienzan a presentar síntomas de enfermedades carenciales. Ya se ha producido un arroz transgénico (el arroz «dorado»), capaz de expresar cantidades elevadas de β -caroteno, que evita el progreso de las enfermedades de la visión debidas a la carencia de vitamina A.¹³ De manera similar, se ha procedido con los cultivos de donde se extrae el aceite comestible, para que expresen los ácidos grasos omega-3 y omega-6, propios de los peces,¹⁴ a los cuales se les atribuye la propiedad de prevenir la hipercolesterolemia.

Fitofármacos

Este es un campo donde se investiga arduamente y se ha avanzado en la obtención de productos de alto valor para la salud animal y la humana, desde la expresión de anticuerpos para el diagnóstico, la purificación de proteínas, los tratamientos terapéuticos hasta la producción de vacunas para animales contra el virus de la gastroenteritis trasmisible, y las enfermedades diarreicas en el humano, el sarampión, el citomegalovirus, el papiloma humano y otras más.¹⁵ También ha habido éxitos en la utilización de ciertos sistemas integrados a plantas que pueden servir como señalizadores de la situación del medio ambiente.¹⁶

El mundo de las plantas transgénicas

Hace solo una década que se comercializan las plantas transgénicas, llamadas también cultivos transgénicos. En 2004, la tierra dedicada a estos cultivos fue de 81 millones de hectáreas, lo que equivale a un incremento de 20% en relación con el área sembrada en 2003. Este es el resultado del análisis en 17 países;

de ellos, 14 sembraron 500 000 o más hectáreas: los Estados Unidos, Argentina, Canadá, Brasil, China, Paraguay, India, África del Sur, Uruguay, Australia, Rumanía, México, España y Filipinas.

Como toda tecnología que aporta sustanciosas ganancias, su dominio está en manos de las grandes transnacionales de los países más ricos, en primer lugar, los Estados Unidos.

Durante el período 1996-2004, el área acumulada de cultivos biotecnológicos fue de 385 millones de hectáreas; o sea, el equivalente a 40% del total de la tierra de los Estados Unidos o China. Los cultivos más relevantes fueron la soya, el algodón, el maíz y la canola, con las características de resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas y la combinación de ambas.¹⁷ Un aspecto interesante es que 90% de los agricultores que sembraron plantas transgénicas pertenecen a los países del Tercer mundo.

Después de estos datos, no hay dudas de que el cultivo de las plantas transgénicas aumenta vertiginosamente y en breve formarán parte importante de la agricultura mundial, en la medida en que se incremente el número de países que lo adopte.

Las plantas transgénicas y la biodiversidad

Las plantas transgénicas desempeñan un papel importante en la preservación de la biodiversidad, debido a las propiedades que les confieren las técnicas de ingeniería genética para protegerlas de enfermedades que pudieran llevar a la desaparición de especies mejoradas y de gran valor genético, a causa de su elevada susceptibilidad a los elementos patógenos o a la aparición de cepas de microorganismos con alto nivel de patogenicidad. De manera similar, pueden recuperarse áreas de terreno con alta concentración de sales, sembrando plantas que posean el gen de tolerancia a la salinidad, u otras con tolerancia a las sequías. Esto es de una importancia crucial para recuperar aquellas tierras que han perdido sus cualidades agronómicas, independientemente de otros manejos.

En la mayoría de los países tropicales y subtropicales los campesinos poseen pequeñas áreas de cultivos, para el consumo y el comercio. Las enfermedades, las condiciones climáticas y las variaciones económicas hacen que a veces pierdan el control del sistema de producción. Las nuevas tecnologías en el desarrollo de los cultivos, como la modificación genética, ofrecen la oportunidad de crear nuevas variedades con resistencia a muchos *stress*, que potencialmente incrementan la producción y la productividad del pequeño agricultor, con menor costo en los insumos, pero este debe estar preparado para aplicar la nueva tecnología y conocer

En los países latinoamericanos falta mucha información sobre lo que se consume. No se conoce a ciencia cierta si hay mezcla o no, o si el producto es totalmente transgénico o natural.

los detalles de su manejo y las regulaciones establecidas por la bioseguridad.¹⁸

Riesgos de las plantas transgénicas

Entre los temas de mayor controversia inicial respecto a la liberación de plantas transgénicas al medio ambiente, se encuentra el de la transferencia de genes interorganismos, sobre todo de diferentes especies y hasta reinos, por el riesgo de adquisición de características no deseadas por parte de individuos que no son objeto de la transgénesis.

Resistencia a herbicidas

Una de las principales dificultades de las plantas con esta característica es evitar que esta se extienda a otras plantas vecinas, no transgénicas, ya sean de la misma especie, variedad o simplemente compatibles en la reproducción cruzada. Se ha visto la expansión de malas hierbas resistentes «espontáneamente» a ciertos herbicidas como las triazinas, lo cual nos dice que el riesgo de la transferencia es real, aunque es muy complicado hacer predicciones en este dominio.¹⁹ Esto depende de muchos factores —gran parte de los cuales son agronómicos— y de las propiedades de la planta en cuestión. Además, en las prácticas agrícolas de rotación de cultivos sería posible encontrar entre las nuevas plantas sembradas, brotes de las plantas transgénicas anteriores, resistentes al herbicida, que pudieran considerarse como «maleza» para el nuevo cultivo.²⁰ La prensa se ha hecho eco de estos estudios en los países europeos, fundamentalmente de manera negativa y alarmista, lo cual no contribuye al análisis, por la población, de estas nuevas tecnologías.²¹

Resistencia a insectos

Es una de las aplicaciones más útiles de la transgénesis, debido al daño que producen los insectos en la producción agrícola y la toxicidad de los pesticidas organofosforados; de ahí que una de las estrategias más utilizadas sea la introducción de genes del *Bacillus thuringiensis*, que codifican para diversas toxinas, letales para insectos de variadas especies, por lo cual se les ha denominado «biopesticidas». En este caso, existen dos

problemas fundamentales: el riesgo de inducción de resistencia a estas toxinas en los insectos y el desbalance ecológico en la entomofauna por la posible afectación de insectos útiles que se alimenten de polen de plantas que expresen estos genes. Por su importancia, nos referiremos más al segundo caso.

El estudio más conocido es el efectuado por el doctor E. Losey sobre la mariposa monarca. Se alimentó a las larvas de esta mariposa con polen de maíz *Bt* (transgénico) y se observó que disminuían su movilidad, perdían el apetito y varias morían, en comparación con las alimentadas con el polen de maíz no transgénico.²² Pero este estudio fue refutado más tarde por varios científicos que repitieron la experiencia y hallaron graves deficiencias en cuanto a las dosis de polen suministradas y la aberración experimental de los hábitos normales de la larva de la mariposa monarca, por lo cual se concluyó que no había un riesgo real al respecto.²³ Losey reconoció los errores de su trabajo original y ofreció nuevos resultados que corroboraban los estudios realizados por los otros investigadores.²⁴

De todas maneras, siempre se hace un estudio profundo, en cada caso, de las plantas generadas con esta característica, para reducir al mínimo posible los riesgos que representa para la naturaleza.²⁵

Presión selectiva de las variedades manipuladas

En este caso se trata de una competencia en el medio, respecto a las variedades originales, que están sufriendo los efectos del *stress* ambiental, o el ataque de plagas, de ahí la reducción de la producción y la preferencia de los agricultores por las variedades modificadas que resisten o son más tolerantes a las inclemencias de la naturaleza. Este aspecto tiene mucho que ver con el monocultivo intensivo y extensivo, que deteriora los suelos.

En todos los casos de cultivos transgénicos se debe estudiar el comportamiento de las variedades manipuladas en comparación con las originales y determinar si existen desbalances ecológicos.²⁶

Para preservar el «ancestro salvaje» se utilizan variadas técnicas biotecnológicas, como el cultivo *in vitro* y la crío-conservación del tejido vegetal, lo cual permite mantener indefinidamente un banco de germoplasma, listo para multiplicar en el momento necesario.

Alergenicidad y toxicidad

Nunca antes en la historia se había hecho tanto por el análisis de los alimentos para asegurar su seguridad. Cualquier componente que entre en la cadena alimentaria está sujeto a un escrutinio minucioso para poner en evidencia su calidad, y si se certifica o no para el consumo humano o animal. Ejemplo de ello son los análisis para la detección de pesticidas. Los productos transgénicos pasan estos ensayos para evaluar su equivalencia sustancial (homología composicional con los productos no transgénicos), expresión de los elementos principales tales como vitaminas, azúcares, aminoácidos específicos, entre otros. Los análisis sobre toxicidad se realizan cuando la planta transgénica está sobreproduciendo algún compuesto propio, se conoce que el transgén expresa un producto con cierto nivel de toxicidad,²⁷ o cuando este no se encuentra en la dieta humana.²⁸

Otra de las cuestiones relacionadas con la seguridad alimentaria es la potencialidad que tienen los alimentos transgénicos de provocar alergias. Si se conoce el compuesto que se expresa, es difícil que pueda causar algún tipo de alergia y es más fácil llevar a cabo el análisis, ya que no presupone riesgo alérgico. De hecho, los genes que se transfieren son bien conocidos, estudiados y caracterizados.

El profesor Bernard David, director de la unidad de inmunología del Instituto Pasteur de París, declaró, en 1999, que «los riesgos de alergias causados por nuevas proteínas que pudieran producir las plantas [genéticamente] modificadas, son al parecer, los más importantes». En 1996 se describió un caso de alergia a la soya transgénica que poseía la albúmina 2S de la nuez de Brasil y el cultivo fue retirado inmediatamente y descontinuada su producción.²⁹

Bernard David afirma que los alimentos genéticamente modificados no son ni más ni menos peligrosos que los otros en lo que respecta a su respuesta alérgica. Tampoco existen pruebas de que las personas alérgicas sean más sensibles que las otras a las proteínas extrañas de un organismo genéticamente modificado. Por precaución, los investigadores deben asegurarse de que esas proteínas no se parezcan a alérgenos conocidos, con el fin de reducir los factores de riesgo.³⁰

Transferencia horizontal de genes a bacterias

Se han hecho muchos esfuerzos por identificar la transferencia horizontal de genes a partir de las plantas transgénicas hacia la microflora del suelo o al intestino, sin resultados positivos, por lo cual se ha considerado

que este tipo de riesgo es insignificante. Sin embargo, estudios recientes han identificado algunos de los factores que pudieran afectar los resultados de este estudio, entre los cuales se encuentra el tamaño de la muestra recogida y el tiempo del muestreo, cuestiones estas que pudieran definir la veracidad o no de la hipótesis de transferencia génica pero con varios años de selectibilidad, ya que el o los nuevos caracteres deben ser competitivos con los naturales de la bacteria, y eso suele ser difícil.³¹

Otros estudios aseguran que los fragmentos de ADN foráneo insertado en vectores, no representan ningún riesgo para la salud humana o el medio ambiente, incluso si son adquiridos por bacterias que se desarrollan en su hábitat.³²

Como en los casos anteriores, las investigaciones se desarrollan caso por caso, hasta obtener resultados que permitan pronosticar un riesgo, por mínimo que sea.

Percepción pública

La adopción de las nuevas tecnologías siempre transcurre por un proceso social de aceptación, el cual no siempre es fácil. Puede recordarse el rechazo a la presentación, en el comercio, de la leche pasteurizada, y aun antes, las protestas por la vacuna de Jenner contra la viruela, los estudios exitosos e incomprensidos de la vacunación antirrábica de Pasteur, y muchos ejemplos más.

La relación del público con las plantas transgénicas presenta un reto más fuerte. Por una parte, las personas deben tener los conocimientos suficientes para poder comprender esta nueva tecnología, y por otra, deben poder contar con un espacio donde aclarar sus inquietudes, sus dudas, y orientarse en sus decisiones.

El campo de las discusiones en relación con los alimentos transgénicos fue abierto con la publicación de un artículo por un científico inglés, donde se describían daños en los tejidos del tracto digestivo en ratas de experimentación provocados por la papa transgénica.³³ La polémica que siguió a este artículo no ha cesado aún; al contrario, se ha incrementado, sobre todo en los países europeos, donde el tema de los transgénicos es muy escabroso.

Los argumentos que se presentan en contra de estos cultivos son diversos, pero hay consenso en cuanto a que no se ha informado de forma comprensible a la población, por parte de los científicos, en qué consiste esta nueva tecnología para poder llegar a conclusiones personales y decidir cómo comportarse frente a este fenómeno.³⁴

La percepción de los alimentos transgénicos en los Estados Unidos es variada, pero la mayoría (69%)

ignora que los consume, 70% estima que es imposible transferir un gen de origen animal a una planta, y 60% no puede creer que un tomate ordinario contenga genes. En otras encuestas, los norteamericanos han declarado que un gen de pez en un tomate puede transferirle a este el gusto a pescado, y solo 45% de ellos comprende que comer frutas de plantas genéticamente modificadas no afectará sus propios genes. Asimismo, 49% de los encuestados prefiere no decir nada.³⁵

La situación en Europa es muy diferente. Recuérdate que fue en este continente donde se produjo el primer impacto desfavorable hacia los transgénicos por las declaraciones del doctor Arpad Pusztai a la televisión inglesa. Los europeos se quejan de no poseer suficiente información sobre los organismos genéticamente modificados (OGM). En un sondeo efectuado por Eurobaromètre, en abril de 2005, se evidenció que 24% de los ciudadanos de 25 Estados miembros de la Unión Europea, está preocupado principalmente por los OGM, y 40% desea estar mejor informado al respecto en cuanto a la agricultura, y específicamente sobre los problemas medioambientales y sanitarios.³⁶ En estos países, la oposición a la agricultura transgénica es muy fuerte, aunque ya existe cierta apertura en España, Alemania y otros países de Europa del Este, recién integrados en la Unión Europea, como es el caso de Bulgaria y Rumania.

La legislación europea acepta solo 0,9% de contaminación con transgénicos en los productos de consumo importados. Gran parte de la población evita cualquier producto transgénico o derivado de este, y no consume animales que hayan sido alimentados con soya o maíz transgénico. El Partido Verde tiene una gran fuerza y han destruido experimentos de campo reduciéndolos a cenizas, sobre todo en Francia.³⁷

En América Latina encontramos otro cuadro donde descuella Argentina como uno de los grandes productores mundiales de transgénicos agrícolas (el segundo en el mundo). La superficie cultivada de soya transgénica alcanzó 14 millones de hectáreas en 2004, lo cual ha llevado a la reducción progresiva de otros tipos de cultivo, al igual que a un descenso en la ganadería. Esto ha ayudado a aumentar el porcentaje de pobreza en Argentina, debido a la cantidad de alimentos que se deben importar a precios más elevados. En Brasil y Paraguay, la soya transgénica cobra también terreno, aun sin estar autorizado su cultivo, en ciertos casos. En México, cuna de la cultura del maíz, hubo una contaminación accidental en 2001 debido a la ignorancia de algunos agricultores que traían semillas transgénicas de los Estados Unidos sin saberlo. En 2004, el senado mexicano adoptó una ley favorable a la industria biotecnológica.³⁸

En los países latinoamericanos falta mucha información sobre lo que se consume. No se conoce a ciencia cierta si hay mezcla o no, o si el producto es totalmente transgénico o natural. Se sabe que hay una enorme producción de soya y maíz transgénicos en Argentina y Brasil, para alimentación humana y animal, pero no se puede comercializar en Europa, lo cual ha conducido a la suspensión de varios contratos. De ahí que estos países destinen áreas bien alejadas de los cultivos transgénicos, para no perder el mercado con el viejo continente.

En la región del Caribe se conoce muy poco del tema, y la población no está enterada de qué se trata. En esto influye el nivel de analfabetismo de cada país, la ausencia de programas informativos en medios de difusión masiva, preferentemente la televisión, o de charlas en los centros escolares, las comunidades y el campo. En Puerto Rico, por ejemplo, se han llevado a cabo 2 957 ensayos de campo de cultivos transgénicos, entre 1987 y 2002; sin embargo, esto no se ha divulgado y se desconoce la opinión pública al respecto.³⁹

En algunos países caribeños se importan semillas transgénicas como las de soya y maíz, lo mismo para la alimentación humana que para la animal, pero no hay conocimiento en la población sobre estas acciones. Además, la falta de una legislación nacional impide la regulación de estos aspectos, tanto de comercio como de producción agrícola. No se trata de tomar medidas extremas guiándose por voces en contra o a favor, sino de analizar cada caso y controlar sin especulaciones, para prever cualquier efecto negativo que pudiera aparecer en el entorno.

Cuba cuenta con una legislación que le permite tomar decisiones en este sentido, sobre una base científica y siguiendo los principios de la bioseguridad, para prevenir y minimizar los riesgos que pudieran provenir de la liberación y/o consumo de plantas y alimentos transgénicos.⁴⁰

En el país se sigue una política de agricultura orgánica, pero también se desarrollan los transgénicos, tanto en la rama vegetal como en la animal, atendiendo a ciertas urgencias como la enfermedad de la sigatoka negra, que diezma los plátanos y bananos en el mundo; de ahí que haya desaparecido casi por completo el delicioso plátano manzano y solo se encuentre en sitios aislados, protegidos por la maleza, los árboles y, sobre todo, distanciado de los focos de infección. Actualmente se encuentran en experimentación cultivos transgénicos de caña de azúcar, plátano y banano, papa, frutabomba y arroz.⁴¹

Para conocer el nivel de información sobre los términos «plantas transgénicas» y «organismos genéticamente modificados», se realizó una encuesta a 140 individuos de la población de Santa Clara y se

concluyó que los profesionales (86%) son los que tienen más conocimientos y que la televisión fue el medio preferencial para obtener la información (34%); el término de plantas transgénicas fue menos reconocido que el de organismo genéticamente modificado. Los sectores más vulnerables en cuanto al desconocimiento fueron el de las amas de casa y los pensionados.

Como puede apreciarse, esta sencilla encuesta nos muestra que aún hay sectores de la población que desconocen estos términos, por lo cual no están preparados para una futura toma de decisión, o discutir razonablemente sobre esta nueva tecnología que ya forma parte de nuestras vidas y, en tiempo no muy lejano, estará integrada a nuestras mesas.

Aún quedan temores bien fundados al repasar los campos de acción de la transgénesis y la síntesis molecular de la base de la vida, el ADN. En efecto, se han obtenido quimeras entre virus de plantas y de animales con fines experimentales, para comprobar el mecanismo de procesamiento de ciertas proteínas.⁴² De esta manera, es factible «crear» virus altamente patógenos que no puedan ser detectados, bajo una cubierta totalmente «inocente», por lo que sería más difícil su diagnóstico y provocaría la rápida diseminación de enfermedades, lo cual haría aún más destructivas las guerras biológicas. Ya los Estados Unidos poseen la tecnología de síntesis de largas cadenas de ADN con la que pueden crear virus artificialmente. Esto se ha logrado por científicos de Harvard y de Texas, y ya se está ensayando la síntesis del genoma del *Mycoplasma mobile* que tiene 777 000 pares de bases en su ADN.⁴³

Estas no son las únicas preocupaciones, pues también existen patentes sobre las construcciones génicas, las tecnologías, las plantas, las semillas, cuyos poseedores son los grandes monopolios de la biotecnología, como la Monsanto, Novartis y Aventis, entre otras. Es mundialmente conocido el caso del agricultor canadiense Percy Schmeiser, a quien se le acusó de usar semilla transgénica de colza-canola sin pagar los derechos correspondientes, por lo cual la compañía Monsanto reclamó parte de las ganancias de la cosecha. El agricultor adujo que su campo había sido contaminado por el del vecino, que había sembrado las semillas transgénicas; sin embargo, el fallo favoreció al monopolio.⁴⁴

Conclusiones

No es la revolución verde, los cultivos transgénicos o los orgánicos los que salvarán la situación de hambre en el mundo; eso es conocido por todos. Si las diferencias abismales que existen entre las sociedades

no se terminan, independientemente de la tecnología que se desarrolle, no se resolverá este problema. Siempre se hacen estudios de los alimentos que se producen, de las áreas para cultivo, pero sería también interesante analizar qué cantidad de alimentos se desechan, desperdician, botan, lo mismo de las mesas opíparamente servidas, que en los campos, para mantener los precios que puedan llenar más los bolsillos y no los estómagos.

Notas

1. Norman E. Borlaug, *Plant Breeding and World Food Production. Economic Impact* (United States Information Agency), Washington, DC, n. 43, 1983, pp. 61-6.
2. Phillip Ledien, *Planète agricole*, Explora, Cité des Sciences et de l'Industrie, 1998, p. 110.
3. IFPRI, *Water Resources in the Twenty-First Century, Challenges and Implications for Action*, 1997.
4. FAO, *La situación mundial de la alimentación et l'agriculture*, 1993, p. 239.
5. C. Gerke *et al.*, *Crop Production and Crop Protection*, Elsevier, Amsterdam, 1994.
6. Juan N. Pérez, *Propagación y mejora genética de las plantas por biotecnología*, Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, 1998.
7. Fabien Moutou, Pascal Boireau y José M. Machado, «Las biotecnologías, ¿de qué se trata?», *Biofília*, n. 2, 2000, pp. 48-54.
8. G. Hansen y M. S. Wright, «Recent Advances in the Transformation of Plants», *Trends Plant Science*, n. 4, 1999, pp. 226-31.
9. D. M. Stalker y M. McBride, «Cloning and Expression in *Escherichia coli* of a *Klebsiella ozaenae* Plasmid-Borne Gene Encoding a Nitrikan Specific for the Herbicide Bromoxinil», *Journal Bacteriology*, n. 169, 1987, pp. 955-60; D. M. Stalker, K. E. McBride y L. D. Malyj, «Herbicide Resistance in Transgenic Plants Expressing a Bacterial Detoxification Gene», *Science*, n. 242, 1988, pp. 419-22; A. Schulz, F. Wengenmayer y M. Goodman, «Genetic Engineering of Herbicide Resistance in Higher Plants», *Critical Review of Plant Sciences*, n. 9, 1990, pp. 1-15; Qi Y. Shu *et al.*, «Genetic Transformation of *Leymus chinensis* with the PAT Gene Through Microprojectile Bombardment to Improve Resistance to the Herbicide BASTA», *Plant Cell Reports*, n. 24, 2005, pp. 36-44.
10. M. Vaeck *et al.*, «Transgenic Plants Protected from Insect Attack», *Nature*, n. 328, 1987, pp. 33-7.
11. D. C. Baulcombe, «Replicase-Mediated Resistance: a Novel Type of Virus Resistance in Transgenic Plants?», *Trends in Microbiology*, n. 2, 1994, pp. 60-3; M. Lapidot *et al.*, «A Dysfunctional Movement Protein of Tobacco Mosaic Virus that Partially Modifies the Plasmodesmata and Limits Virus Spread in Transgenic Plants», *Plant Journal*, n. 4, 1995, pp. 959-970.
12. V. M. Gomes, A. E. A. Oliveira y J. Xavier-Filho, «A Chitinase and a β -1,3-glucanase Isolated from the Seeds of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Inhibit the Growth of Fungi and Insect Pests of the Seed», *Journal of Science Food Agriculture*, n. 72, 1996, pp. 86-90; Joel González *et al.*, «Optimization of Transgene Expression in Sugar-Cane Cells», *Biotechnology Techniques*, v. 12, n. 10, 1998,

- pp. 793-6; A. Brants y E. D. Earle, «Transgenic Tobacco Cell Cultures Expressing a *Trichoderma harzianum* Endochitinase Gene Release the Enzyme into the Medium», *Plant Cell Reports*, n. 20, 2001, pp. 73-8.
13. T. Gura, «Golden Rice», *Science*, n. 285, 1999, pp. 994-5.
14. Baoxiu Qi, «Transgenic Plants Produce Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids», *ISB News Report*, n. 7, 2004, pp. 6-9.
15. Albert Sasson, *Cultivos transgénicos: hechos y desafíos*, Elfos Scientiae, La Habana, 2001, pp. 160-4.
16. I. Kovalchuk, O. Kovalchuk y B. Hohn, «Biomonitoring the Genotoxicity of Environmental Factors with Transgenic Plants», *Trends Plant Science*, v. 6, n. 7, 2001, pp. 306-10.
17. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), «Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops», n. 32, 2004, pp. 1-11.
18. Ronny Swennen, «Transgenic Plants for (Sub)tropical Smallholders», en *Seminar Sustainable Agriculture in the Third World: Defining a Role for Transgenic Crops and Research*, Bruselas, 26-27 de marzo de 2001, pp. 109-23.
19. J. Arnould, «OGM: une théorie pour les risques», *Biofutur*, n. 124, 1993, pp. 45-50.
20. Pierre Thuriaux, «Un risque en cache-t-il un autre?», *Biofutur*, n. 4, 1995, pp. 34-8.
21. John E. Losey, Linda S. Rayor y Maureen E. Carter, «Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae», *Nature*, n. 399, 1999, p. 214.
22. J. F. Beringer, «Cautionary Tale on Safety of GM Crops», *Nature*, n. 399, 1999, p. 405; J. Hodgson, «Monarch *Bt*-corn Paper Questioned», *Nature Biotechnology*, n. 17, 1999, p. 627.
23. E. Nüiler, «GM Corn Poses Little Threat to Monarch», *Nature Biotechnology*, n. 17, 1999, p. 1154.
24. John E. Losey, R. A. Hufbauer y R. G. Hartzler, «Enumerating Lepidopteran Species Associated with Maize as a First Step in Risk Assessment in the USA», *Environmental and Biosafety Research*, n. 2, 2003, pp. 247-61.
25. M. K. Sears, «Impact of *Bt* Corn Pollen on Monarch Butterfly Populations: a Risk Assessment», *Proceedings National Academy Sciences*, USA, v. 98, n. 21, 2001, pp. 11937-42.
26. Richard Phipps y Richard Bennett, «Comparing Environmental and Health Burdens of Traditional vs. GM Beets», *ISB News Report*, n. 3, 2004, pp. 2-4; Tawanda Zidenga, «DNA-based Methods in Sorghum Diversity Studies and Improvement», *ISB News Report*, n. 3, 2004, pp. 4-5.
27. S. L. Frank-Oberaspach y B. Keler, «Consequences of Classical and Biotechnological Resistance Breeding for Food Toxicology and Allergenicity», *Plant Breeding*, n. 116, 1997, pp. 1-17.
28. S. M. Leffel, S. A. Mabon y C. N. Stewart, «Application of Green Fluorescent Protein in Plants», *BioTechniques*, n. 23, 1997, pp. 912-18.
29. J. A. Nordlee *et al.*, «Identification of a Brazil-nut Allergen in Transgenic Soybean», *New England Journal of Medicine*, n. 334, 1996, pp. 688-92.
30. Cécile Dumas y Thierry Souccar, «Allergies aux OGM», *Sciences et Avenir*, n. 2, 2001, pp. 50-5; Wim Schalembourg, «Promises, Benefits and Risks of GMOs», *LAAS World*, n. 1, 2003, pp. 11-3.
31. Kaare M. Nielsen y Jeffrey P. Townsend, «Monitoring and Modeling Horizontal Gene Transfer», *Nature Biotechnology*, v. 22, n. 9, 2004, pp. 1110-4.
32. D. Bensasson, J. L. Boore y K. M. Nielsen, «Genes Without Frontiers?», *Heredity*, n. 92, 2004, pp. 483-9.
33. S. W. B. Ewen y A. Pusztai, «Effects of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing *Galantus nivalis* Lectin on Rat Small Intestines», *Lancet*, n. 354, 1999, pp. 1353-5.
34. Neal Stewart, Harold A. Richards y Matthew D. Halfhill, «Transgenic Plants and Biosafety: Science, Misconceptions and Public Perceptions», *BioTechniques*, v. 29, n. 4, 2000, pp. 832-43.
35. W. K. Hallman *et al.*, «Knowledge, Opinion and Interest in 2004», <http://www.foodpolicyinstitute.org>, 2004.
36. Eurobaromètre, www.lalibre.be/article.php?id=10&subid=91&art_id=217930/europa.eu.int/comm./public_opinion/archives/ebs/ebs_217_fr.pdf, 2005.
37. «French Anti-globaliser Bove Back in Court for Destroying GM Crops», *Agence France Press*, 20 de septiembre de 2005.
38. «Amérique Latine. OGM: mauvais bilan économique», *Inf'OGM*, n. 64, 2005, p. 1.
39. C. Ruiz, «Amérique Latine : l'invasion transgénique», www.americaspolicy.org, 2005.
40. José Rodríguez, Esther Argote y Orlando Rodríguez, *Temas de seguridad biológica*, Félix Varela, La Habana, 2001, pp. 209-17.
41. Clearing House, <http://www.clearinghouse.com>, 2005.
42. Chih Wen Peng *et al.*, «A Replication-Competent Chimera of Plant and Animal Viruses», *Virology*, n. 294, 2002, pp. 75-84.
43. Joaquín Rivero Tur, «¿Qué cosa es Washington?», *Granma*, La Habana, 29 agosto de 2005, p. 5.
44. Mariela Pérez Valenzuela, «Persecución a agricultores», *Granma*, La Habana, 27 de mayo de 2004, p. 5.