

EL FUTURO DE LA BIOTECNOLOGÍA: ¿SALVACIÓN O PERDICIÓN?

Vieira, A.C.P.; Buainain, A.M.; Vargas, I.; Vieira Junior, P.A.;

Abstract

The debate between the offer and the demand of foods in the world remounts the XVIII century and it was become lukewarm with the Green Revolution. However, in reason of the growth population to be larger than the agricultural production during the last decades, the world stocks of foods reduce below the normal. The technological paradigm imposed by the Green Revolution, probably, won't be adequate to assist the demand for foods in the next decade. It is necessary new technologies to supply this demand. In this way, the modern biotechnology becomes an important tool by allowing the development of new organisms starting from the gene manipulation among species that naturally doesn't happen. Because the diversity and complexity of the Brazilian agriculture, those progresses should be based on the sustainability, because, in the current days there is a great pressure of the agriculture over the environment. This scenery indicates the need to break down with the current technological paradigm incorporating more and more new values. This paper aims to examine the importance of the biotechnology for the sustainable agriculture in Brazil, so that the country can consolidate their importance on the international scenery.

Key-words: biotechnology, agricultural development, sustainability.

Resumen

El debate entre la oferta y la demanda de alimentos en el mundo remonta al siglo XVIII, volviendo con la Revolución Verde. Sin embargo con razón del crecimiento de la población ser más grande que la producción agrícola durante las últimas décadas, los estoques mundiales de alimentos se redujeron abajo del normal. El paradigma tecnológico impuesto por la Revolución Verde, probablemente no será suficiente para atender a la demanda por alimentos en la próxima década. Hay la necesidad de nuevas tecnologías para suprimir esa demanda. En ese sentido, la biotecnología moderna despunta como una manipulación génica entre especies que naturalmente no ocurriría. En razón de la diversidad y complejidad de la agricultura brasileña, esos avances deberán ser basados en lo que sea sostenible, pues, en los días actuales hay una gran presión de la agricultura sobre el medio ambiente. Ese escenario indica la necesidad de romper con el paradigma tecnológico vigente, incorporando cada vez más nuevos valores. El presente trabajo tiene como objetivo presentar la importancia de la biotecnología para la agricultura en Brasil, apoyada en lo que es sostenible, para que el país consolide su importancia en el escenario internacional.

Palabras clave: biotecnología, desarrollo agrícola, sostenibilidad

1. Introducción

Según previsiones de la ONU, la población mundial en 2050 deberá ser de 9,3 mil millones de personas, un incremento de 35% de la población actual. Para conseguir alimentar a esas personas, deberán ser producidos 50% más de alimentos, es inevitable que la agricultura intensiva continúe a ser empleada para garantizar el abastecimiento adecuado de

alimentos para un número cada vez más grande de personas¹. Incluso, estudios de la FAO, apuntan un descompás entre la oferta y la demanda de alimentos, visto que en 2007 los estoques de cereales alcanzarán niveles insostenibles desde 1960². Al todo, la previsión indica 406,3 millones de toneladas estocadas para 2008, mientras que hace cinco años eran de 486,3 millones. Si en los próximos años los agricultores no cosechen producciones records para atender a la creciente demanda mundial de alimentos, acarreará la escasez.

A partir del momento en que la agricultura toma un grado de importancia más grande, cuando se transforma en una industria para alimentar una población que no para de crecer, empieza a utilizar métodos artificiales, como fertilizantes y pesticidas químicos, ingeniería genética, irrigación y hormonas para acelerar el crecimiento de animales, diseminados por la Revolución Verde. Actualmente, ese paradigma tecnológico impuesto, probablemente, no será suficiente para atender a la demanda por alimentos de esa población en crecimiento. Hay la necesidad de nuevas tecnologías para suprimir esa deficiencia. En ese sentido, la biotecnología moderna permitirá desarrollar nuevas especies vegetales.

Incluso en los días de hoy, con un más grande conocimiento a respecto de los organismos genéticamente modificados, todavía existe mucha controversia alrededor de su diseminación. Los defensores de la tecnología afirman que las modificaciones genéticas pueden agregar mayor valor nutritivo y hasta eliminar algunas características indeseables de los alimentos y materias primas. Otra ventaja sería crear cultivares más resistentes al frío, a la seca y al ataque de plagas y enfermedades, volviendo las labranzas más productivas. Otra vertiente subraya los serios riesgos para la salud de los seres humanos y para el medio ambiente asociados con la introducción productiva y utilización animal y humana de productos GM. Mientras científicos aún debaten sobre las ventajas y desventajas de la nueva tecnología, los productores en muchas ramas se han rendido a las ventajas (al menos inmediatas) económicas generadas por semillas GM y en consecuencia el área cultivada y producción de productos GM sigue creciendo de manera vertiginosa desde la introducción de la soya transgénica en 1996. En medio a la controversia entre sectores favorables a la utilización de la ingeniería genética aplicada a la agricultura y los que se oponen a los transgénicos en general, se consolida un consenso entre gobiernos y organismos de defensa del consumidor sobre la necesidad de algún tipo de rotulación para identificar los productos GM, así como de asegurar la trazabilidad de todos los alimentos que contengan algún ingrediente transgénico en su composición. Aún cuando nadie parece divergir en relación a esos dos puntos, los campos se dividen cuando se pasa a la discusión de la operacionalización de la rotulación y el alcance de los controles sobre los procesos productivos.

Segundo Silveira y Buainain (2007) “ser contra o a favor de los transgénicos no es, a priori, una cuestión de principios, como está siendo colocado por los que vienen oponiéndose a la aplicación de esa tecnología a la producción agropecuaria. El asunto no puede ser tratado como un sesgo fundamentalista que elimina la posibilidad del debate social y político y de la pesquisa científica, ambos necesarios para reducir el hoy amplio grado de libertad e incertidumbre que produce demasiada – y nociva –

Çambigüedad en relación a la variables que condicionan la respuesta de los economistas.”

¹ China en 2007 importó más de U\$ 45 millones de productos agrícolas e India U\$ 8 millones, más ya empieza a demostrar señales de que irá transformarse en un gran importador de commodities agrícola, cuando superaren los problemas de infraestructura. Presentar crecimiento vertiginoso en consumo de alimentos no es exclusividad de China y de India.

² En el caso del maíz y del arroz, el volumen debe ser el menor en 25 años. En el trigo, el más bajo en 30 años.

Conforme afirma Lopes (2005), “en un futuro próximo, las innovaciones demandadas a la pesquisa agropecuaria tendrán que propiciar la incorporación de avances en productividad, seguridad y calidad (...)”³. Afirma aún que en los siglos pasados el modelo de desarrollo la agricultura ha evolucionado del productivismo rural y de la agricultura de subsistencia para una exploración agroindustrial intensiva, con la aplicación de tecnologías modernas y, en muchos casos, con ocupación y utilización desordenada de los recursos del ambiente (...)”⁴, poniendo en riesgo la de recursos naturales alrededor del mundo y contribuyendo para el calentamiento global. En consecuencia, aumenta la presión sobre la agricultura y sobre el patrón tecnológico dominante en la segunda mitad del siglo XX. La preocupación con el medio ambiente, que hasta hace poco era un tema de minoría, hoy adquiere un status de institución: en ese contexto, se impone la necesidad de romper con el paradigma tecnológico vigente, incorporando cada vez más, valores de naturaleza cultural, valores del ambiente físico y del espacio geográfico, valores ecológicos, a sus modelos de prioridad, conforme afirma Lopes (2005)⁵.

Tiene como objeto el trabajo demostrar la importancia de la biotecnología para el desarrollo de la agricultura brasileña, considerando el escenario que viene presentando mundialmente entre el descompás de la oferta y la demanda de alimentos. La estructura del trabajo es presentada en seis sesiones. Tras la introducción, la segunda se presenta un panorama sobre la producción de alimentos en Brasil y en el mundo, la tercera sobre la producción de alimentos con la técnica de transgénica, la cuarta informa los problemas decurrentes del uso continuo de los transgénicos, la quinta discurre sobre la importancia de la liberación de los transgénicos. El artículo se cierra con las consideraciones finales.

2. Producción de alimentos: Brasil y mundial

Hace mucho hay discusiones de que en el mundo la oferta de alimentos es menor que la demanda, haya vista lo que ocurrió en la década de 1960, período en que empieza a ocurrir mudanzas en la base técnica de la producción agrícola, instalándose un proceso de “modernización”, propugnada por la “Revolución Verde”, la cual preconizaba la utilización de semillas mejoradas, insumos químicos y maquinaria, teniendo como objetivo el aumento de la productividad.

El mundo ha demandado más alimentos y, los estoques mundiales están a niveles más bajos de que el normal. El crecimiento de países emergentes como Rusia, China e India indican que el aumento de demanda no es un fenómeno transitorio⁶. Otro agravante son los programas de sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles, especialmente el etanol – que consume parte de las reservas de los granos, ayudando a inflar los precios de los productos agrícolas. Para frenar la caída en los estoques mundiales de alimentos solo hay un camino: producir más.

Sin embargo, hay un problema a ser enfrentado: la poca disponibilidad de tierras – para aumentar el plantío. La solución para ampliar la producción de alimentos en el mundo – creen especialistas, economistas y agrónomos – requiere la incorporación de innovaciones para elevar el rendimiento de la tierra y para ampliar la propia oferta de tierra por medio de la incorporación de áreas degradadas o localizadas en regiones de elevado riesgo climático. En China, solo para mencionar un ejemplo relevante, en el futuro inmediato el área

³ Disponible: en: <http://www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/divulgacao2007/rededom140207.pdf>. Acceso en: 25/11/2007.

⁴ Idem

⁵ Idem

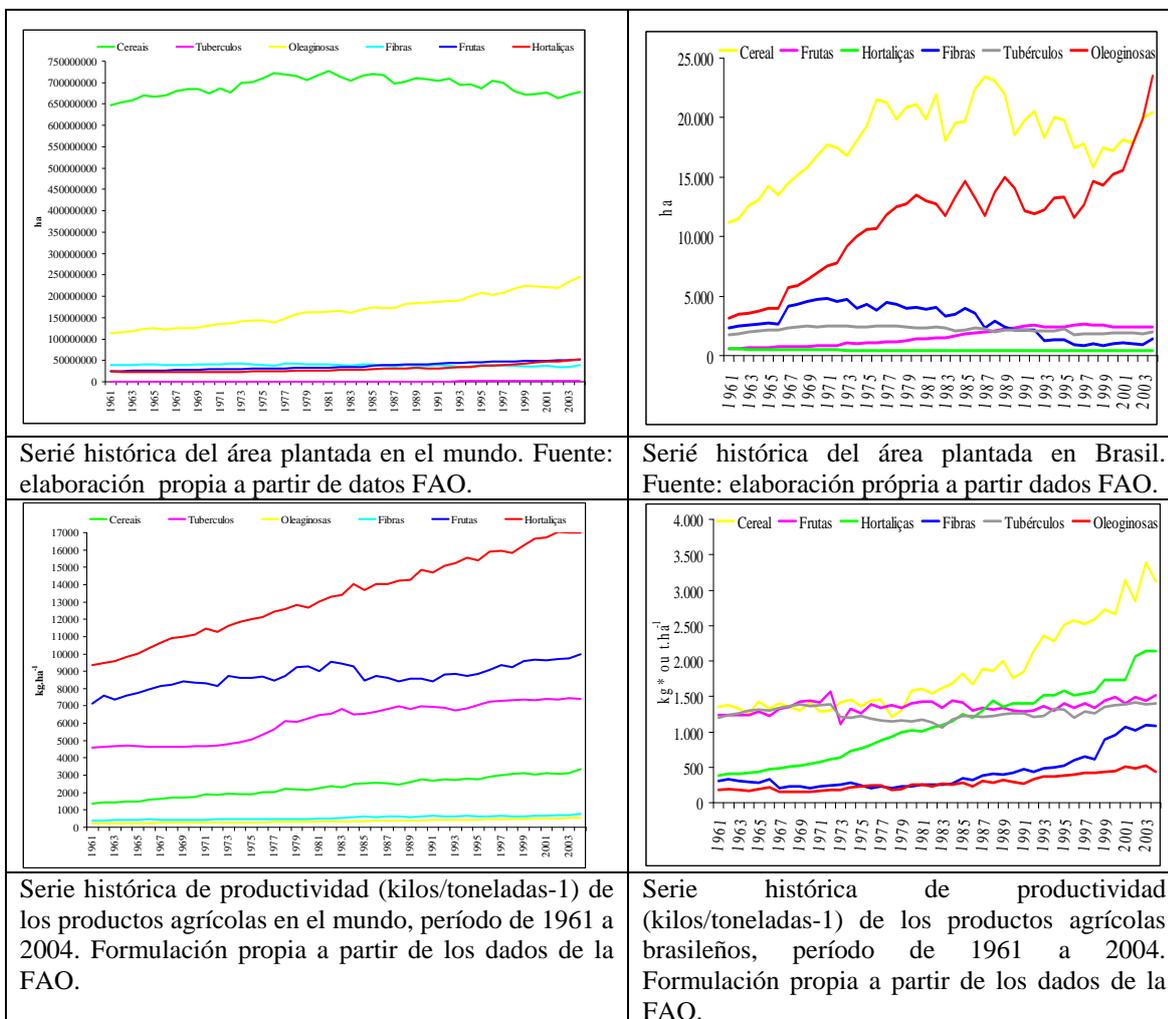
⁶ Disponible: <http://www.aprosoja.com.br/site/clipping/viewClipping.php?idClipping=4306>. Acceso em: 30/01/2008.

disponible para el cultivo de alimentos podrá ser ampliada en solo 3%, en relación a la utilizada actualmente.

El aumento de la demanda será compensado por el aumento del rendimiento de las culturas, pero, a excepción de África e India que no tiene perspectivas de grandes aumentos en los próximos años por cuestiones ajenas a la tecnología, los rendimientos promedios corrientes están próximos al rendimiento máximo estimado para las tecnologías disponibles. Los gráficos abajo demuestran la evolución del área plantada y productividad en el mundo y en Brasil, en el período de 1961 a 2004 (datos de la FAO).

Carvalho Filho (1995), tomando como referencia Alves & Contini, analiza el desempeño de las 15 principales culturas en el período 1940/80 y confirma que el crecimiento de la producción, en las décadas estudiadas, fue expresivo y superior al crecimiento de la población. La contribución de la productividad en el incremento de la producción es creciente del área: 17% entre 1940/50, 27,5% entre 1950/60; 35,3% en la década de 1960/70 y 59,3% entre 1970/80.

Gráficos (1,2,3,4): Evolución área plantada y productividad en el mundo y en Brasil (1961-2004)



Desde el advenimiento de la Revolución Verde, en Brasil hay un aumento significativo de la producción de alimentos, conforme se verifica en el Gráfico 5 presentado abajo.

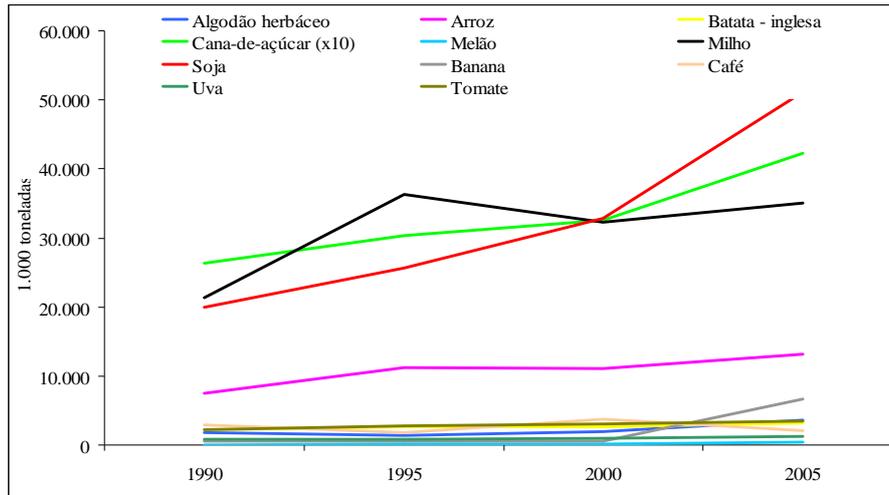


Gráfico 5: Evolución de la producción agrícola brasileña, período 1990/2005. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAPA (Brasil).

El caso de la soja es representativo de la evolución de la productividad del sector agrícola (Gráfico 5). Esa cultura, además de consolidar la expansión de la frontera agrícola, presentó considerable evolución tecnológica dictada por los requisitos de la industria procesadora, consolidando el concepto de *agrobusiness*⁷.

Entre las producciones 94/95 y 2006/2007, el área plantada con soja en Brasil creció 75,6%, la producción más que dobló (122,4%) y la productividad media es 27% más grande, con una producción de 58,4 millones de toneladas, representando 44% de todo el volumen de granos producidos en el país. Ese movimiento de la soja repercutió inicialmente en los sistemas de carnes avícolas y porcinas y, recientemente, bovinas, lo que implicó en la sistematización de la producción de maíz y sorgo en la década de 1990. Es esa magnitud, que coloca a Brasil en posición de destaque entre los más grandes productores agrícolas del mundo.

Incluso con la proyectada reducción de 0,5% en relación a la producción 2006, la soja mantiene el liderazgo entre los granos con 58,4 millones de toneladas. Otra cultura que se destaca es la del maíz primera producción, que debe quedar en 37,3 millones de toneladas, o 2% superior al año de 2006. El carozo de algodón alcanzó desempeño satisfactorio, con 2,5 millones de toneladas, incremento de 3,9 %. Ya las judías primera producción presentan caída de 2,4% y debe quedar en 1,5 millón de toneladas debido a las bajas precipitaciones pluviométricas, seguidas de estiajes prolongadas y bajas temperaturas en los estados productores, en la época del plantío.

Con relación al considerable peso de estos productos en la producción agrícola nacional, debe observarse que las producciones de algodón, plátano, melón y uva vienen aumentando significativamente. Esos resultados indican que esas culturas tienen "futuro provisor" en la agricultura nacional. No obstante esta énfasis, de modo alguno sugiere enfriar los esfuerzos de P&D en otras culturas igualmente importantes, como arroz, caña-de-açúcar, café, judías, naranja, maíz, soja.

⁷ El concepto de *agrobusiness* fue propuesto por Goldberg (1970). Él deriva del sistema de planeamiento adoptado en las economías socialistas, principalmente la matriz Insumo y Producto, y propone el análisis del sector considerando sus ligaciones con el sector industrial y de servicios en las actividades precedentes y posteriores a la producción agrícola propiamente dicha.

3. Alimentos producidos por selección genética y por transgéncia

Hay siglos que los agricultores seleccionan semillas que permitan obtener mayores rendimientos y mayor resistencia a las enfermedades, sea por alteraciones de un gene o de un modo como es regulado que modifican las características de una planta o de un animal y, se heredables, de su descendencia. Schuster & Oliveira (2006) informan que desde el inicio del Siglo XX el mejoramiento de plantas se basa en la aplicación de los principios de la genética, resultando en ganancias asociadas a procesos de selección más consistentes con las necesidades de los productores y las presiones competitivas. Así, a partir de métodos genealógico, selección massal o SSD (*single seed descent*) y sus modificaciones, en poblaciones segregantes de semillas autógamias, o la selección en familia de medios-hermanos, la selección recurrente y la obtención de híbridos, en especies alógamas permitieron a las pesquisas en mejoramiento genético obtener variedades más productivas y estables (SCHUSTER & OLIVEIRA, 2006). Muchas de las variedades de fruta, vegetales y hasta animales que hoy se producen no existían anteriormente, como por ejemplo, el caso del maíz y de la soja que hoy se consume en larga escala. Todas estas intervenciones recurren a la llamada Genética Clásica o Convencional y tiene una buena aceptación por parte del consumidor.

No obstante, la controversia surge cuando es utilizada la biotecnología moderna⁸ con los mismos fines. Esta área científica permite identificar los genes individuales responsables por determinada característica pretendida, y modificarlos o transferirlos para otro organismo, sea él de la misma especie, o de otra diferente, rompiendo en este caso la barrera de las especies existente en los cruzamientos naturales. Es a través de la transformación genética de plantas que se vence la barrera de las especies, para combinar genes favorables en las plantas, posibilitando la introducción de nuevas características en las variedades, mismo que estas no estuvieran presentes en el DNA anteriormente. Es el caso de las variedades de soja tolerantes al herbicida glifosato, o tolerantes a insectos defoliadores. Se torna, así, posible en pocos años producir una nueva raza, variedad o estirpe (cuando tratarse de animales, plantas o microorganismos), que por los métodos tradicionales demoraría décadas, siglos, o sería mismo imposible de que se obtuviera.

Sin embargo, la polémica sobre los alimentos transgénicos es un terreno fértil para el surgimiento de mitos, incluso en los países desarrollados; ahí se mezclan desde la falta de información hasta la información falsa o frágil desde el punto de vista científico; se mezclan los intereses económicos y estratégicos de empresas que producen semillas transgénicas y de las que actúan en el área de defensivos agrícolas con aquellas que quedaron retrasadas en ese campo; se mezclan intereses difusos de los países con visiones ideológicas distintas sobre las ventajas y riesgos de la adopción de los transgénicos (VIEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2005).

Y el tiempo demuestra que las protestas acostumbran ser más fuerte cuando se sospecha que algo pueda colocar en riesgo la seguridad de la sociedad. En el fin del siglo XIX, las personas se manifestaron contra el proceso de pasteurización, que libra la leche de microbios y bacterias. En las décadas de 40 y 50 se registran en los Estados Unidos protestas de consumidores contra la fluoración del agua, aunque la medida haya sido conocida como la mayor arma en el combate a las caries dentarias. Protestos como estos suenan exóticos y pueden pasar la impresión equivocada de que la población era menos racional en el pasado (VIEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2005). Ahora se asiste al mismo tipo de controversia: los grupos favorables a los transgénicos tratan de asociarlo al inevitable

⁸ La biotecnología moderna se caracteriza por la intervención técnica en la celda o celda del organismo, siendo utilizada para la producción de proteínas de interés agropecuario, biomédico, farmacéutico y veterinario.

progreso científico, mientras los grupos contrarios tratan de aclarar que la evolución de la ciencia no se traduce, de forma automática, en progreso de la humanidad.

4. Problemas decurrentes del uso continuo de transgénicos

Algunos estudios apuntan que poco conocimiento se tiene sobre los efectos directos del producto advenido de transgénica en organismos, en el suelo y en agua. Y no son conclusivos los pocos estudios sobre pájaros o otros animales que consumen insectos que se alimentan de plantas transgénicas. En el caso de la soja RR, la principal alteración de la soja transgénica, en relación a un cultivar no-transgénico, es el segmento de DNA introducido, tornando esa variedad resistente (o tolerante) al herbicida Roundup, cuyo principio activo es el glifosato. El gene fue retirado de *Agrobacterium Estirp* CP4 y produce la enzima 5'énolpiruvato-chiquimato-3-fostato-sintase (EPSPS). Así, el transgénico completo contiene secuencias de bacterias, de virus y de la petunia, cuyos productos no hacen parte de nuestra alimentación. Esa tecnología de soja transgénica, que permite el uso del glifosato en pos-emergencia de la soja sin afectar la cultura, significó para los productores la acción distinta de aquellos que estaban siendo utilizados para controlar las plantas dañinas selectivamente en la cultura de soja. De esa forma, la tecnología de la soja transgénica fue aceptada y recomendada por la comunidad científica y adoptada rápidamente por los productores.

Sin embargo, tanto los productores como los técnicos fueron sorprendidos con la rápida selección de especies dañinas en respuesta al uso repetido del glifosato. Esa situación no fue prevista ya que el modo de acción del glifosato es considerado de bajo riesgo para la selección de especies tolerantes y/o resistentes y no hubo monitorización, debido a la forma con que la tecnología fue introducida en el mercado, o sea, en cuanto muchas plantaciones eran conducidas con soja transgénica en Rio Grande do Sul, los órganos de pesquisa aguardaban la liberación oficial para poder iniciar las pesquisas. Eso provocó disonancia entre la pesquisa y la realidad en las plantaciones.

Una visión global indica que, pese a los argumentos y de la clasificación del glifosato como un producto de bajo riesgo para selección de especies dañinas resistentes, hoy ya existen 12 de esas especies resistentes a ese herbicida en el mundo, con ocho de ellas identificadas en los últimos cuatro años. El primer caso ocurrió con azevém (*Lolium rigidum*) en Australia, en 1996, y después sugirieron diversos otros casos de biotipos resistentes como capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), carurú (*Amaranthus palmeri*; *Amaranthus rudis*), losna (*Ambrosia artemissifolia*), buva (*Conyza canadensis* y *C. Bonariensis*), azevém (*Lolium multiflorum*), sorgo-de-alepo (*Sorghum alepense*) tanchagem (*Plantago lanceolata*). Entre las especies que adquirieron resistencia al glifosato, la buva (*Conyza canadensis*) presenta gran importancia en algunas regiones del mundo, como Estados Unidos, donde el biotipo resistente ocurre en gran parte del llamado "cinturón del maíz", y también en Brasil, donde la resistencia al glifosato ya fue confirmada tanto en poblaciones de *Conyza bonariensis* como de *Conyza canadensis*.

En Brasil el glifosato está siendo utilizado hace casi 30 años por los agricultores, principalmente en el control de la vegetación para formación de la pallada, indispensable para implantación del sistema plantío directo, y en pomares para control de la vegetación en línea de culturas. La tecnología de soja resistente al glifosato hizo con que el uso de ese herbicida fuese ampliado. Actualmente, son realizadas de dos o tres aplicaciones de glifosato por ciclo de soja (una antes de la siembra y una o dos después en emergencia de soja). Además de eso, esa tecnología permitió reducir o eliminar la necesidad de la aplicación de otros herbicidas, para el manejo de diferentes especies de plantas dañinas lo que contribuye para el aumento de presión de selección y aparición de biotipos resistentes.

La selección de especies tolerantes y/o resistentes no es novedad y ya ocurrió en la agricultura de Rio Grande do Sul. Sirve como ejemplo de selección de especie tolerante el caso del herbicida *metribuzin* (nombre comercial Rencor; Lexone), muy usado en la década de 80. Ese herbicida no presenta control satisfactorio del lechero y selección del lechero en las plantaciones donde era utilizado, de forma que la especie fue, en la década de 80, la principal planta dañina a ser combatida en las plantaciones. El problema con el lechero fue solucionado cuando fue lanzado en el mercado de soja una nueva molécula herbicida, llamada *imazaquin* (nombre comercial Scepter). El *imazaquin* fue entonces utilizado ampliamente por los productores, siendo durante varios años el principal herbicida utilizado en áreas cultivadas con soja. Sin embargo, el uso repetido del *imazaquin* resultó, en meados de la década de 90, en la aparición de las primeras especies dañinas resistentes identificadas en Brasil, el lechero (*Euphorbia heterophilla*) y el picão-preto (*Bidens pilosa*). Además de esas especies resistentes, el imazaquin también seleccionó plantas tolerantes, como el balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*).

Se sabe que los herbicidas provocan mudanzas en el tipo y proporción de especies de plantas dañina que componen la población de plantaciones. Eso se explica por el hecho de l herbicida no controlar igualmente las especies existentes en el área, con eso algunas acaban siendo beneficiadas y se multiplican. En esas situaciones, plantas de baja ocurrencia en el área pueden tornarse un grave problema para el productor. De esa forma, se debe evitar el uso continuo y repetido del mismo herbicida, o de herbicidas con el mismo mecanismo de acción (grifo nuestro), del contrario la selección de especies resistentes o tolerantes es inevitable y una cuestión de tiempo. El tiempo para selección de especies tolerantes y/o resistentes varía de dos años (caso de herbicidas inhibidores de la ALS) a hasta más de 20 años (caso del glifosato), pero el importante es que, el productor y los científicos del área estén atentos, pues ella va a ocurrir.

Otro problema advenido de las plantaciones transgénicas es la contaminación génica, considerando que el polen transgénico puede contaminar plantaciones convencionales o especies silvestres. La dispersión del gene de resistencia y la incorporación por plantas dañinas pueden resultar en la creación de una “super” planta dañina, la cual no sería controlada con el glyphosate. La soja resistente al glyphosate se caracteriza como una planta dañina, en situaciones de sucesión y rotación de culturas, con difícil control, principalmente si el maíz también sea resistente al glyphosate. La dispersión del gene es un problema más grande en culturas de maíz cuya polinización es predominantemente abierta y una gran cantidad de polen es liberada en el ambiente en el momento de la floración. Puede ser considerado igualmente un problema en plantaciones de canola, beterraba açucareira y arroz.

Sin embargo, la dispersión del polen por el viento es apenas uno de los factores que provocan la contaminación genética. Agricultores convencionales y orgánicos en varios países están sufriendo los efectos de la contaminación que ocurre en el transporte y en el almacenamiento de la producción, además de la propia contaminación de las semillas. Otra fuente recurrente de contaminación son las plantas transgénicas que persisten y crecen en campos no transgénicos donde, en ciclos anteriores, existieron plantaciones transgénicas.

La preservación de la identidad de las especies, protección de los centros de orígenes y de reservas forestales debe ser preocupación constante y la limitación del uso de transgénicos en estas áreas es una de las formas de atingir tal objetivo, considerando que a cada día aparecen nuevas evidencias mostrando que la cuestión de la contaminación genética es mucho más compleja que cualquier norma de coexistencia existente en el mundo que hasta ahora se pudo prever.

5. De 8 a 80: ¿liberación total de los transgénicos?

El uso de herramientas de la moderna biotecnología ha generado una riqueza de conocimiento en todas las áreas de la biología, permitiendo la producción de nuevas drogas, medicamentos, vacunas entre otros productos.

Aunque los científicos ya detengan la fórmula de producirse OGM con éxito y seguridad con relación a la técnica de las experimentaciones, empezaron a surgir cuestionamientos involucrando, de un lado una corriente que defiende sin límites la libertad de investigación, poniendo para la sociedad que los riesgos de contención de la misma estarían en el hecho de retardar el campo científico de la pesquisa, llevando a un retroceso el desarrollo científico y tecnológico. En contrapartida, despunta otra corriente que entiende ser necesaria la imposición de restricciones a las pesquisas científicas y a la disponibilidad de productos en el mercado, oriundos de estas investigaciones, por tratarse de asunto, incluso de "seguridad pública", una vez que aún no se tiene una evaluación concreta de las consecuencias para el medio ambiente y a la salud, generando riesgos e incertidumbres que no son de todo conocidos o al menos no esclarecidos, por tratarse de una novedad tecnológica (VIEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2005).

Pese al debate que se traba hace décadas, lo que se observa es que año a año en el mundo está creciendo el área plantada con transgénicos. En el mundo las plantaciones de culturas genéticamente modificadas ocuparon en 2006 un área de 102 millones de hectáreas, un crecimiento de 13% en área plantada en relación a 2005, según informe anual del Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones en Agrobiotecnología (ISAAA) (Tabla 1). En Brasil, en 2007, el área cultivada con transgénicos aumentó 3,5 millones de hectáreas, según pesquisa del ISAAA, pasando para 15 millones de hectáreas producidos. En todo el planeta, las plantaciones transgénicas crecieron 12% en 2007, para 114,3 millones de hectáreas.

PAÍS	ÁREA (MILLIONES HA)	CULTIVAR
EUA	54,6	Soja, maíz, algodón, canola, calabaza, mamón, alfafa
Argentina	18	Soja, maíz, algodón
Brasil	11,5	Soja, algodón
Canadá	6,1	canola, soja e maíz
India	3,8	Algodón
China	3,5	Algodón
Paraguay	2	Soja
Sudáfrica	1,4	Soja, maíz, algodón
Romênia	0,1	Soja
México	0,1	algodón e soja
España	0,1	Maíz
Colombia	<0,05	Algodón
Francia	<0,05	Maíz
Irán	<0,05	Maíz
Honduras	<0,05	Maíz
República Tcheca	<0,05	Maíz
Portugal	<0,05	Maíz
Alemania	<0,05	Maíz
Eslovaquia	<0,05	Maíz
Total	102	

Tabla 1: Cultivares genéticamente modificadas producidas comercialmente en el mundo (2006).
Fuente: ISAAA (2006)

El Brasil ocupa el 3º lugar en área plantada con transgénicos, después de Estados Unidos y Argentina. En secuencia en el ranking viene Canadá, India y China. El cultivo nacional se restringe básicamente a la soja: son 11,38 millones de hectáreas, poco más de la mitad de la soja plantada en Brasil. La otra plantación de transgénicos cultivada en Brasil es la de

algodón Bt, autorizado por la Comisión Técnica Nacional Biotecnología (Brasil) en 2006⁹. Son cerca de 120 mil hectáreas, o equivalente a 15% de la plantación brasileña. En 2007, 14,5 millones de hectáreas fueron cultivadas con soja tolerante a herbicida y 500 mil con algodón que suporta insecticida.

Para la ISAAA, debe continuar acelerado el avance de los campos de cultura modificadas en Brasil, considerando el potencial de la caña-de-azúcar transgénica, todavía en estudio, y la liberación de la venta de las semillas de maíz producidas por las multinacionales Bayer y Monsanto¹⁰.

Según Silveira y Buainain (2007), la pesquisa con transgénicos está presente en 60 países y en 57 grupos de cultivos, incluyendo granos, frutas, legumbres y hortalizas. Entre ellos, están cultivos de gran representatividad en el mercado mundial de *commodities* agrícolas, como café, arroz, trigo, caña-de-azúcar y naranja. Con relación a las pesquisas presentan nuevos atributos agronómicos, como la resistencia a virus y hongos y tolerancia a la seca, avanzan para el desarrollo de variedades con modificaciones especiales, como mejoría en la calidad de los alimentos.

En Brasil, el plantío de plantaciones con transgénicos solamente fue permitido a partir de la plantación de 2003 por medio de la Medida Provisoria 113, en 2004 la Medida Provisoria 131, ambas estableciendo las normas para comercialización de la producción de la soja genéticamente modificada tolerante al glifosato. En 2005, el Congreso Nacional aprobó la Lei de Bioseguridad, regulando la aprobación y adopción de plantaciones genéticamente modificadas en el país y permitiendo la venta comercial de semilla de soja certificada tolerante al glifosato y el uso del algodón resistente a insectos. En 2007 la comisión de la CTNBio liberó tres variedades de maíz transgénico: la comercialización del maíz Liberty Link de Bayer CropScience, o Guardian, de Monsanto y una cultivar resistente a insectos, la variedad Bt 11, de la multinacional Syngenta¹¹.

Según Silveira y Buainain (2007), las ventajas de los cultivos GM deben ser analizadas caso a caso, pues las ventajas competitivas no son universales, y que dependen del contexto local, dos factores geográficos y climáticos de cada región. Las perspectivas del empleo de las plantas transgénicas en Brasil dependerán, principalmente, de aceptación de esos productos por la sociedad y de la propia dinámica de la agricultura, incluyendo los procesos de generación y difusión de tecnologías.

En el desarrollo de pesquisas que involucran ingeniería genética, el análisis de los riesgos debe ser hecha paso a paso, amparadas por la Ley de Bioseguridad, que establece parámetros legales a la pesquisa genética y tras la regulación necesaria a tales pesquisas dentro de Brasil, basada en el principio de la precaución¹². El llamado "Principio de Precaución", parte de la Convención de Diversidad Biológica, denominado de Protocolo de Cartagena, puede ser considerado el "guía" de acciones reguladoras para construir un cuerpo de reglas y normas adecuadas al tratamiento de posibles innovaciones, evitando sus

⁹ Hay una previsión de un aumento para la producción 2007/2008 para la cultura de algodón de por lo menos 50% de área plantada en relación al área anterior. Disponible en: http://www.algodao.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view. Acceso en: 10/10/2008.

¹⁰ Disponible en: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1402200809.htm> Acceso en: 20/02/2008.

¹¹ Disponible en: http://agenciact.mct.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto. Acceso em 05/10/2007.

¹² El principio de la precaución puede ser considerado una evolución, pues delante de la incertidumbre de que una actividad puede generar un daño, el poder público debe adoptar medidas para que el daño no ocurra. Por ese principio, los alimentos que sean genéticamente modificados deberán traer en su embalaje la descripción de su naturaleza, facultando al país importador la recusa o no de su entrada en su territorio, lo que significa que puede o no autorizar su consumo directo o indirecto por parte de la población, aunque con relación al alimento no pese ninguna comprobación de malignidad.

posibles impactos negativos (SILVEIRA & FONSECA, 2005, VIEIRA & VIEIRA JUNIOR, 2005).

En relación a los impactos económicos globales de las plantaciones genéticamente modificadas, Edgar Pereira y Asociados presentaron en su artículo¹³ datos del estudio realizado por Brookes & Barfoot (2006) que estimaron los beneficios económicos líquidos para los productores fueron de US\$ 5,6 mil millones en 2005, sumando US\$ 27 mil millones entre 1996 y 2005. Incluso, el país cuyos agricultores más se beneficiaron de la introducción de las culturas genéticamente modificadas fueron los Estados Unidos, donde el beneficio económico alcanzó US\$ 12,9 mil millones, entre 1996 y 2005, o cerca de 48% del total global en el periodo. Enseguida aparece Argentina, con ganancias equivalentes a US\$ 5,4 mil millones (20%); China, con ganancias de US\$ 5,2 mil millones (19%); Brasil, con ganancias de US\$ 1,4 mil millones (5%) y; Canadá, con ganancias de US\$ 1, mil millones (4%). Además de las ganancias económicas directas Brookes & Barfoot (2006) estiman que la contribución de la adopción de culturas genéticamente modificadas para el medio ambiente. Este impacto ocurre, sobretodo, de la reducción de los volúmenes de herbicidas e insecticidas aplicados en las plantaciones modificadas.

6. Consideraciones finales

Es necesario resaltar que nada tiene riesgo cero. Hay la necesidad de adoptarse principios trabajando con el riesgo mínimo y los productos deben ser muy bien probados y analizados antes de la liberación para consumo humano o animal. En el caso de productos transgénicos, cada uno debe ser analizado específicamente. Es extremadamente importante generar conocimiento sobre el asunto. La aplicación de la biotecnología tiene sin duda gran potencial para promover el desarrollo sostenible de la agricultura, en nuevas bases técnicas y sociales, pero eso solo se alcanzará si se introducen cambios en el modelo institucional vigente. De una parte, los incentivos privados a la innovación son sin duda claves para el desarrollo de la biotecnología aplicada a la agricultura; pero de otra parte, es necesario asegurar el acceso amplio y principalmente las inversiones en D&I en áreas que no son de interés de las grandes empresas que dominan el sector.

En Brasil la estimativa es que las ganancias con la adopción de plantaciones transgénicas en la plantación 2006/2007 fueron de aproximadamente US\$ 855 millones. Con la adopción de transgénicos en plantaciones de maíz y algodón el país obtendrá ganancias significativas. Pero la ventaja competitiva natural de Brasil en la industria por sí solo, no genera riquezas. Si el país no desarrolla una estrategia tecnológica de carácter comercial, los recursos naturales brasileños no irán sostener la industria nacional. Es importante que Brasil cierre el ciclo tecnológico, o sea, cree los puentes entre los laboratorios y el lado comercial. Es sumamente importante que se produzcan productos y servicios que puedan ser vendidos en escala global. De otra manera, el país quedará relegado a tornarse un mero proveedor de insumos para la industria de biotecnología mundial.

Referencias

CARVALHO FILHO, J.J. A produção de alimentos e a questão da segurança alimentar. Estudos Avançados. Vol.9. nº 24. São Paulo, maio/agosto, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141995000200008>.

LOPES, M.A. A pesquisa agrícola nacional frente às mudanças decorrentes da biologia molecular, suas técnicas e áreas afins. Oficina de trabalho sobre os OGMs e os impactos

¹³ Disponible en: <<http://www.edap.com.br/sistema/uploads/publicacoes/EDAP.pdf>>. Acceso en: 31/01/2008

na capacitação em melhoramento genético no Brasil, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília: Embrapa, 2005.

SCHUSTER, I.; OLIVEIRA, M.A.R. Biotecnologia aplicada ao melhoramento genético. In: Biotecnologia na agricultura: aplicações e biossegurança. Editores Valéria Carpentieri Pípolo e José Eduardo Garcia. Cascavel: COODETEC, 2006.

SILVEIRA, J.M.F.J. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Organizado por José Maria Ferreira Jardim da Silveira e Maria Ester Dal Poz, Ana Lucia Assad. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004.

SILVEIRA, J.M.F.J.; FONSECA, M.G.D. Biotecnologia na agricultura e inovação tecnológica: novas questões, novos desafios. 2005.

SILVEIRA, J.M.F.J.; BUAINAIN, A.M. A favor dos transgênicos: aceitar os riscos controlados para inovar e vencer desafios. In: Transgênicos: sementes da discórdia. São Paulo: Editora Senac, 2007.

VIEIRA, A.C.P.; VIEIRA JUNIOR, P.A. Direitos dos consumidores e produtos transgênicos: uma questão polêmica para bioética e o biodireito. Curitiba: Juruá, 2005.

WILKINSON, J.; CASTELLI, P.G. A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: biotecnologias, patentes, biodiversidade. Rio de Janeiro: ActionAid, 2000

Correspondencia (Para más información contacte con):

Adriana Carvalho Pinto Vieira
Calle Antonio Maniero, 67
13416 – 045 Piracicaba - São Paulo Brasil
Phone: 00 55 19 3301-3742
E-mail: dricpvieira@eco.unicamp.br