

Sector Fruticultura

Informe para el
Consejo Nacional de
Innovación para la
Competitividad

*Preparado por ASVID Ltda.
Febrero de 2009*

[TEMA: *FRUTICULTURA-DOC 4* **TRANSGÉNICOS**]

Presenta una recopilación sobre el enfoque de transgenia en fruticultura y cultivos agrícolas en general. Incluye recientes cifras de resultados mundiales y el enfoque o puntos de vista a favor y en contra sobre cultivos transgénicos

Contenido

RESUMEN	1
ANTECEDENTES.....	3
I. Definición.....	3
II. Producción mundial de transgénicos.....	3
III. Tendencias generales recientes.....	4
Producción y desarrollo de frutas transgénicas.....	5
Papaya	5
Otras frutas	5
Investigación sobre frutos transgénicos en Chile	8
PRODUCTORES, PARTICIPACIÓN, TIPO DE CULTIVOS Y SUS OBJETIVOS	11
EL DEBATE DE LOS TRANSGÉNICOS	17
I. Los argumentos a favor.....	17
II. El ISAAA y la identificación de beneficios.....	18
ISAA, una fuerza a favor de los transgénicos	18
La contribución de los llamados cultivos biotecnológicos	19
III. Los argumentos en contra.....	22
IV. El debate en Chile	23
Riesgos para la Salud.....	24
Riesgos para la preservación de la Biodiversidad	25
Riesgos económicos y estratégicos	25
LA REALIDAD DE CHILE Y SU MARCO REGULATORIO	27
CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS	29
I. Estados Unidos	29
II. Argentina	30
III. Brasil	30
IV. Canadá	30
V. India.....	32
VI. China.....	32

VII.	Sudáfrica	33
VIII.	Paraguay	33
IX.	Unión Europea	37

RESUMEN



La actividad comercial en cultivos transgénicos es bastante reciente. Se reportan en 1996 los primeros cultivos transgénicos comerciales en el mundo. Su aplicación fue producto de la incursión de la biología molecular o la biotecnología para aplicación en cultivos. El primer “hito” aceptado fue el de un tomate producido artificialmente en 1994.

Los cultivos comerciales han crecido desde su origen en 1996, registrando al 2008 una superficie plantada de cultivos de 125 millones de hectáreas y 13,3 millones de agricultores liderada por países como Estados Unidos, Argentina, Brasil, India, Canadá, China, Paraguay y Sudáfrica¹.

Al 2008, fueron 25 los países productores de productos transgénicos, entre los que Estados Unidos es el principal con el 50% de la superficie plantada a nivel global, siendo el país con mayores avances en esta área y con más empresas abocadas a la investigación y desarrollo de OMG (organismos genéticamente modificados o GMO – genetically modified organism), le siguió Argentina con 21 millones de hectáreas.

El cultivo de transgénicos u OMG está concentrado en la soya, algodón y canola. El sector frutícola es absolutamente incipiente aunque presenta aún muchísimo potencial en esta área. Los desafíos que se mencionan para frutas están relacionados con temas tales como descubrir el gen de la harinosidad de los duraznos, por ejemplo, (estos pierden la deseada presión y se vuelven harinosos al pasar por procesos de refrigeración necesarios en el proceso desde el cultivo hasta la mesa del consumidor); que ciertas especies de fruta se vuelvan resistentes a algunas enfermedades; mejorar el dulzor u otras

propiedades similares, hasta que últimamente también se ha hablado sobre convertirlas en vectores de nutrientes de importancia en salud, por ejemplo convertirlos en portadores de alguna vitamina u otro elemento benéfico. Sin embargo, en la realidad la única producción comercial transgénica en actual operación es la de papaya en su variante transgénica, conocida como SunUp, resistente a un virus de la papaya natural, el “ringspot”, creada por científicos de la *Universidad de Cornell* con el objetivo de conseguir de recuperar el cultivo de esta especie que había sido diezariado por esta en Hawai en la década de los años 90.

La transgenia en el sector agrícola es un capítulo que no ha estado exento de debates hasta el día de hoy con fuertísimas corrientes que abogan a favor o en contra de esta práctica. Chile presenta una situación bastante singular, dado que en el país se pueden cultivar semillas transgénicas para exportación y se puede importar productos transgénicos como, por ejemplo; los granos para alimentación de animales sin embargo, está prohibido el cultivo de productos transgénicos para la comercialización local.

Son varios los proyectos de ley que han sido generados desde la Cámara de Diputados de Chile y serán revisados en el presente trabajo. El último de ellos data de 2006 y propone el cultivo de vegetales genéticamente modificados, pero aún se encuentra en trámite. Según los expertos, si bien el proyecto de ley será revisado este año, es muy poco probable que llegue a ser aprobado en 2009.

Es difícil predecir si este proyecto de ley será aprobado. Quienes apoyan el cultivo y comercialización de productos transgénicos estiman que de no adoptar estas prácticas, Chile perderá competitividad y consideran las condiciones actuales como injustas para los agricultores nacionales. Los agricultores locales que pueden exportar semillas transgénicas, pero no cultivar para comercialización en Chile, mientras que al existir importación de productos transgénicos, expresan estar en una

¹ 'Estado global de los cultivos biotecnológicos en 2008', elaborado por el Instituto Internacional de Adquisición de las Aplicaciones Biotecnológicas (ISAAA, en inglés). El ISAAA es una organización sin ánimo de lucro que cuenta con una red internacional de centros que luchan contra el hambre y la pobreza, y que comparte conocimientos y aplicaciones sobre biotecnología.

situación de desmedro respecto de los países desde los cuales se importa tales semillas.

Entre los beneficios que publican los promotores del uso de la transgenia están también ahorro de herbicidas y pesticidas, así como de recursos escasos como el agua. Por otro lado está la eficiencia en el uso del suelo. Hay organizaciones, entre ellas la ISAAA (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications), liderada por Clive James, que se orienta a la superación de la pobreza en los países en desarrollo, planteando y guiando a los agricultores de pocos recursos en el uso de transgénicos como forma de aumentar sus retornos, disminuyendo costos y haciendo un uso más eficiente de las superficies plantadas. Es Clive James también quien plantea que el suelo no sería suficiente para satisfacer la demanda global de una población de 9,2 mil millones de habitantes para alimentar en 2050, a menos que se adopte el cultivo agrario de transgénicos.

Este argumento apunta también a la superación de la pobreza. Clive James ha estado ya seis veces en Chile y tiene interés por instalar un nodo de ISAAA en Chile en el futuro.

En la otra cara de la moneda están quienes se oponen con fuerza al cultivo de transgénicos en el país con argumentos que apuntan al riesgo en la biodiversidad de las especies, las posibles externalidades negativas asociadas con la salud humana, tales como una alteración negativa en el sistema inmunológico humano, posibles alergias y riesgo en el necesario equilibrio del cuerpo humano. También está el riesgo de polinización hacia cultivos orgánicos y la esclavización hacia cultivos transgénicos. Adicionalmente, se pone en duda si los productos transgénicos cuentan con los estudios necesarios para asegurar a las personas la inocuidad del producto. Respecto de este punto, es importante destacar que en Estados Unidos ha habido multas a empresas que no han cumplido con la investigación necesaria o que han adoptado malas prácticas en el cultivo de OMG.

Los detractores de este tipo de uso de biotecnología en la agricultura visualizan estas prácticas como antinaturales y temen también que sean finalmente las grandes empresas que ya tienen las patentes de

transgénicos y que son quienes han hecho invertido en I+D, quienes finalmente tengan el monopolio de estas tecnologías en el mundo, en desmedro finalmente de los pequeños agricultores, con lo que la riqueza se distribuiría de manera poco equitativa.

En Europa, los suelos dedicados a cultivos transgénicos son mucho menores en cantidad; Francia suspendió, en el 2008, su único cultivo transgénico, la soya de la empresa Monsanto, argumentando temas de control de su propagación. Al margen de la decisión francesa, el resto de Europa ha incrementado el cultivo de organismos modificados genéticamente y España es uno de los países que está a la cabeza, seguida de la República Checa, Rumanía, Portugal, Alemania, Polonia y Eslovaquia. La suma total de hectáreas plantadas entre todos estos países asciende a unas 107.719 hectáreas, de las que casi 80.000 pertenecen a España que ostentó el lugar 12 a nivel mundial. Francia contaba con 21.000 ha de plantaciones de maíz transgénico.

En Chile se han congregado expertos en más de una ocasión a discutir sobre las aplicaciones de la biotecnología a los cultivos agrarios y a la mejora genética de los alimentos. Se han invitado expertos de diversas partes del mundo y destacados científicos y conocedores a nivel nacional, ya sea de institutos o empresas ligadas a la biotecnología.

En conclusión, para la transgenia frutícola en Chile hasta el momento es todavía tiempo de debate y por ahora no se puede más que investigar en búsqueda de algunas respuestas.

Este documento compila antecedentes de algunos estudios realizados en el país sobre transgenia y biotecnología aplicada, los cuales se han dedicado principalmente a vid, cítricos, pomáceas y carozos.

Siendo Chile el principal exportador de fruta del hemisferio sur, el sector frutícola es un área altamente sensible a la liberación de plantas transgénicas. La fruticultura chilena destinada a exportación, se basa en gran medida en producir en contra estación. Por lo tanto la transgenia en frutas, en características que pudieran manejar los períodos de maduración o tolerar períodos más largos de almacenamiento a bajas temperaturas afectarían las exportaciones frutícolas del país. Asimismo, pueden

ser un aporte si se logra una mejor estabilidad post cosecha.

Este documento también recopila antecedentes de la experiencia de los países productores de transgénicos y del debate que aún se da acerca de beneficios o riesgos.

Se analizan los cultivos transgénicos en general y los de frutas en particular. Una característica de los desarrollos que han llegado a resultados o están en vía de, es la participación de muchos especialistas y la concurrencia de varias instituciones en el proceso de desarrollo.

ANTECEDENTES

I. Definición

Una primera cuestión es acordar una definición de lo que se entiende por transgénicos. En la revisión realizada se encuentran varias definiciones y se ha seleccionado dos que representan las características. Según una publicación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los transgénicos u organismos genéticamente modificados (OGM) son, organismos en los cuales el material genético (ADN) ha sido alterado de un modo artificial. La tecnología usada se denomina, generalmente, “biotecnología moderna” o “tecnología genética”.

Por otra parte para el Dr. Andrei N. Tchernitchin², los organismos transgénicos son seres vivos a los cuales se les ha insertado una porción de un genoma foráneo. Igualmente son organismos genéticamente modificados (OGM).

Cabe destacar que la literatura generalmente usa la sigla OGM (organismo genéticamente modificado) o GMO (genetically modified organism) y el término transgénico indistintamente. Sin embargo, es importante aclarar que existen organismos que han sido genéticamente modificados, por procesos físicos por ejemplo, pero a los que no se les ha introducido genomas foráneos por lo que no son transgénicos. Tal es el caso de los organismos poliploides (célula o individuo que tiene tres

(triploide) o más complementos cromosómicos). En el caso de transgenia, los genes transferidos pueden provenir de plantas, animales, virus, bacterias u hongos o una combinación de ellos.

La adición de genes les otorga nuevas características o rasgos con los que se perciben ciertas ventajas ya sea para los productores y/o consumidores de productos agrícolas. La transgenia en este caso busca mejorar ciertas características de los vegetales, como por ejemplo, hacerlos más resistentes a ciertas enfermedades y virus o más tolerantes a ciertos herbicidas y condiciones climáticas.

II. Producción mundial de transgénicos

Según un informe del Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agro biotecnología o ISAAA³ (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications): la superficie plantada de transgénicos en el planeta llegó a 125 millones de hectáreas en el año 2008, lo que se traduce un 9% de crecimiento respecto al año 2007, es decir unas 10,7 millones de hectáreas más. Esta superficie de cultivos transgénicos corresponde al 8% de las 1,5 mil millones de hectáreas de tierras cultivables del mundo.

² El doctor Tchernitchin es Profesor Titular del Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina Universidad de Chile; Consejero General (Santiago) del Colegio Médico de Chile; Presidente, Comisión de Salud y Medio Ambiente del Colegio Médico de Chile; Director Científico, Consejo de Desarrollo Sustentable de Chile.

³ Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. The First Thirteen Years, 1996 to 2008 (Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2008. Los trece primeros años, 1996 a 2008)

El valor global para el mercado de los cultivos biotecnológicos estimado por Cropnosis⁴ fue de US\$7,5 mil millones en el 2008 (versus US\$6,9 mil millones en 2007), representando un 14% de los US\$52,72 mil millones del mercado global de protección de cultivos (agroquímicos) y un 22% del mercado global de semillas que alcanza a US\$34 mil millones. Este valor se basa en el precio de venta de las semillas biotecnológicas más cualquier *fee* tecnológico que se le aplique.

III. Tendencias generales recientes

Los hechos relevantes para los cultivos transgénicos en el mundo en el año 2008 fueron: aumento significativo de superficie cultivada, incorporación de países y agricultores a la tecnología transgénica, progreso sustancial en África, adopción creciente de cultivo con rasgos apilados (stacked traits)⁵ y la introducción de un nuevo cultivo biotecnológico.

En África se incorporaron dos nuevos países al cultivo de transgénicos: Egipto, que comercializó 700 toneladas de maíz Bt⁶ por primera vez; y Burkina Faso que plantó 8.500 hectáreas de algodón Bt para multiplicación de semillas y comercialización inicial. Esto es un hecho relevante, dado que desde el inicio

⁴ Cropnosis es una empresa independiente dedicada a investigación de mercado derivada de Wood Mackenzie

⁵ El concepto de rasgos apilados, características o genes apilados en un cultivo transgénico (stacked traits) se refiere a la inclusión de más de una nueva característica en una especie. Es decir, se puede desarrollar un mismo cultivo que pueda ser resistente por ejemplo a los insectos y por otra parte tolerante a herbicidas....

⁶ Es un maíz que produce una proteína Bt procedente del *Bacillus thuringiensis* que le autoprotege del ataque del taladro sin necesidad de realizar ningún tratamiento insecticida. El *Bacillus Thuringiensis* es la bacteria de la que procede el gen que confiere al maíz su nueva característica. Una vez incorporado, este gen produce una sustancia que protege la planta contra su plaga principal, el taladro del maíz.

de la era de cultivos transgénicos en 1996, sólo Sudáfrica había cultivado OGM en el continente africano. El ISAAA estima esta incorporación como de alta relevancia, dado que espera que la segunda década de cultivo de transgénicos, es decir el periodo comprendido entre 2006 y 2015, se constituya en la década de desarrollo de agrobiotecnología en Africa, ayudando a superar su calidad de continente pobre con necesidad urgente de alivio de la pobreza y hambre, objetivo primordial que tiene ISAAA en su lista. También en diciembre de 2008, Kenia promulgó una Ley de Bioseguridad (pendiente de firma por el Presidente), que facilitará la adopción de cultivos biotecnológicos.

Es importante entonces tener un seguimiento de las tendencias del continente africano que pueden impactar considerablemente en la agricultura mundial.

También en el 2008, Brasil incorporó cultivos biotecnológicos usados en otros países, plantando maíz Bt ; por su parte, Australia plantó canola GM por primera vez.

Entre otras novedades del 2008, Un nuevo cultivo biotecnológico fue utilizado por Estados Unidos y Canadá, se trata de la remolacha RR[®]⁷, una variedad tolerante a herbicidas. Estados Unidos lanzó este cultivo con un altísima tasa de adopción de de 257.975 hectáreas de remolacha RR[®] sobre un total plantado de remolacha de 437.246, es decir una tasa de 59%. Se espera que la adopción de este cultivo GM llegue a una tasa cercana al 90% en el 2009. El lanzamiento de la remolacha RR[®] tiene implicancias positivas para lograr algo similar en la caña de azúcar (80% de la producción mundial de azúcar proviene la caña), para la cual se ha avanzado en investigaciones biotecnológicas en varios países. También se percibió un aumento en la adopción de rasgos apilados en cultivos de maíz y algodón para 10 países.

⁷ Roundup Ready: modificadas genéticamente para tolerancia a herbicidas, son semillas que ofrecen tolerancia al herbicida glifosato usado para el control de malezas en los cultivos.

Producción y desarrollo de frutas transgénicas

Papaya

La papaya es el segundo cultivo en importancia de Hawai y su origen se remonta a los años 40'. Un estudio de Greenpeace⁸ destaca que el valor de las ventas de esa actividad llegaba sobre US\$22 millones para 1995, y habría declinado a cerca de la mitad con US\$10,9 millones para el 2005. El informe lo atribuye a la aparición de la papaya GE (Genetically engineered) destacando que el precio del producto cayó. Por otra parte, los involucrados en el desarrollo de la papaya transgénica le atribuyen haber salvado la industria. Dos visiones encontradas para un mismo tema y sus resultados.

La importancia de este cultivo es que la producción comercial entre las frutas transgénicas se reduce al caso de la papaya de Hawai. Las bases para el desarrollo de este cultivo se remonta a los inicios de los 90'. La industria de la papaya de Hawaii estaba en peligro en 1992, por el ataque del virus del "ringspot" de la papaya. Ante este desafío se reporta el desarrollo de las variedades "SunUp" y "rainbow" ("SunUp" "Kapoho F1- de x"), ambas resistentes al virus y lanzadas por la universidad de Hawaii en 1998 a través del Comité Administrativo de la Papaya⁹. Los trabajos de biotecnología representaron el resumen de 20 años de trabajo conjunto entre científicos de la Universidad de Hawai y la Universidad de Cornell. La Fundación para la Investigación de Cornell y el Comité Administrativo de la Papaya son los dueños de la licencia para las semillas de papaya transgénicas, esta licencia está cedida en forma gratuita a los agricultores de Hawai. El gen clave transferido a la papaya natural para convertirla en papaya SunUp expresa una proteína

perteneciente a la cubierta del virus "Ringspot", lo que confiere resistencia a la planta como si se tratase de una vacuna.

La disponibilidad de la semilla transgénica rescató la industria. Con ello se recuperó la industria que envía productos al continente de los EE.UU. Se reporta una cierta resistencia por parte de los grandes distribuidores corporativos. Sin embargo, la fruta transgénica se coloca fácilmente en las cadenas de supermercado y minoristas pequeños. La recuperación total de esta industria se encuentra a la espera de la aprobación para acceder al mercado japonés, otrora el principal mercado para la papaya no transgénica de Hawai.

Luego de un tiempo de espera, se aprobó su ingreso a Canadá en el 2003. Sin embargo, la información no es clara respecto de si ha logrado realmente posicionar el producto; el estudio de Greenpeace antes mencionado indica que el precio cayó con el ingreso de la papaya transgénica, desde US- 1,23 a US\$0,66 por kilo, pero al revisar otras fuentes, no es claro si es ese el efecto es por la transgenia o por un mercado más competido con oferta de otros países.

Por su parte que el genoma completo de la **variedad de papaya transgénica, la SunUp**, ha sido decodificado a través del *Hawai Papaya Genome Project*.¹⁰ Es el quinto genoma de una planta que ha sido decodificado y el primero de una fruta transgénica. Si bien lideran el trabajo las mismas universidades, se reunieron 85 científicos y 22 instituciones alrededor de este proyecto.

Otras frutas

Los otros esfuerzos que se registran en frutas transgénicas se tratan de proyectos en curso en distintos países.

⁸ The failure of GE papaya in Hawaii, May 2006

⁹ The Papaya Genome Project and state Department of Agriculture

¹⁰ Publicado por la revista *Nature* con fecha 23 de Abril de 2008

España- varios frutos

Un grupo de ellos se encuentra en los institutos valencianos de Biología Molecular (IBMCP) y de Investigaciones Agrarias (IVIA), los que ensayan variedades genéticamente modificadas de frutas y hortalizas, entre ellos cítricos, tomate, pepino, sandía y durazno o melocotón. Los esfuerzos están destinados a mejorar su calidad organoléptica, protegerlos contra enfermedades y posicionar a España en el mercado mundial de estos productos. En estos centros hay un grupo que considera los alimentos transgénicos como fuente segura. De acuerdo al doctor José Pío Beltrán, responsable del IBMCP, los alimentos transgénicos “son los más seguros de la historia de la humanidad” debido a los controles que deben superar. Una posición novedosa es que considera que cerca del 40% de los alimentos del mercado “se producen vía transgénesis”, como por ejemplo, el yogur.

También ese instituto desarrolla variedades transgénicas de plantas de arroz “bomba”, en la que se ha buscado que las plantas sean de menor tamaño para evitar daños por el azote del viento. Otro avance del instituto son los llamados tomates azules, que se destinan a fines terapéuticos como la fabricación de vacunas, y cuya pigmentación azul sirve para distinguirlos de los tomates destinados al consumo. Otra aplicación biotecnológica desarrollada en el IBMCP es la obtención de biocombustibles a través de la Pawlonia transgénica, una planta de rápido crecimiento capaz de producir gran cantidad de biomasa.

El enfoque del IBMCP está dirigido al consumidor en una mirada que es más asociada a la segunda etapa de los OGM considerando los desarrollos disponibles defienden la transgenia en alimentos y destacan que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) hasta el momento, no se han registrado daños en la salud por la ingesta de productos transgénicos. Su director expresa la preocupación por el retraso tecnológico de 10 años que se registra en España en esta materia, frente a otros países que exportan a la península sus alimentos transgénicos. Estima necesario un cambio en la legislación y mayores ayudas económicas por parte de Europa.

Por su parte, el trabajo del IVIA, liderado por los Dres. Luis Navarro y Leandro Peña tiene avances en cítricos transgénicos: naranjos dulces, mandarinos, pomelos, limones y limas, donde los objetivos están centrados en mejorar el producto de acuerdo a requerimientos del consumidor. Así por ejemplo, se informa que han creado frutas sin semillas, y mediante la introducción de genes de floración en las variedades mencionadas habrían obtenido naranjos que florecen muy rápidamente, con lo que los mercados podrían suministrar fruta madura durante más tiempo, al reducirse su temporalidad. También, destacan la potencialidad de producir frutos más resistentes a diversas condiciones. Según la información revelada por los directivos del IVIA, ese instituto alberga un banco de germoplasma con 500 variedades de cítricos libres de patógenos. Informan que, el virus de la tristeza, de presencia común en estas plantas, puede ser contrarrestado a base de ingeniería genética. Así también han trabajado en lograr cítricos semi-enanas, cuyos beneficios radican en una mayor densidad de plantación y un manejo más sencillo por parte de los agricultores, esperando la reducción de costos. Estos avances se encuentran todavía en las fases de laboratorio y esperan ser probadas en forma más masiva en campo¹¹.

Siempre en España, se desarrollan acciones sobre la palta transgénica resistente a hongo *Rosellinia Necatrix*. Los científicos de la Universidad de Málaga son, junto a los de la Universidad de Florida, los únicos que han logrado plantas transgénicas de este árbol. El hongo *Rosellinia Necatrix* es específico de las plantaciones de paltas de España, que se localizan en una superficie de 9.000 hectáreas situada en las costas de Málaga y Granada.

El responsable de la organización agraria Asaja en la Axarquía, Benjamín Faulí, resalta la nocividad de esta plaga contra la que no existen medios de lucha válidos. "Es la peor, afecta a las raíces y produce un decaimiento del árbol hasta que a medio plazo lo mata. Lo único que hacemos es colocar plásticos en el suelo para que se eleve la temperatura y ver si así

¹¹ www.antama.net y www.infoaliment.com

se pudre el hongo, pero realmente no hay nada eficaz".

El catedrático de Fisiología Vegetal de Málaga Fernando Pliego Alfaro investiga desde 2001 la búsqueda de variedades transgénicas de paltas resistentes al *Rosellinia*, señala que resulta complicado transformarlo genéticamente porque cuesta muchísimo conseguir una planta a partir de una célula en la que se ha insertado un gen resistente al hongo". Y para poder alcanzar conclusiones es necesario obtener un volumen importante de ejemplares porque el gen se inserta de forma aleatoria en el cromosoma y la resistencia al patógeno varía en función de la zona del núcleo de la célula en la que agarra.

Esta línea de investigación genética se combina con las iniciativas que desarrollan el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (Ifapa) también en la lucha contra el hongo *Rosellinia Necatrix* y la mejora de las plantaciones de aguacates.

En este sentido, el catedrático Fernando Pliego Alfaro colabora con el Ifapa en un programa de optimización tradicional de las plantaciones. Los expertos del centro de Churriana de este instituto han importado material de aguacates de todo el mundo con el fin de determinar cuáles son los más resistentes a los patógenos.

Además, los investigadores Francisco Cazorra y Cayo Ramos del Departamento de Microbiología y Genética de la Universidad de Málaga trabajan, en colaboración con el centro de CSIC de Córdoba, para hallar métodos biológicos de lucha biológica contra el hongo. "Se trata de encontrar bacterias antagonistas", precisa Fernando Pliego, quien resalta que ésta es una "estrategia muy recomendable desde el punto de vista ambiental".

El grupo de Pliego Alfaro también colabora con el equipo que dirige Iñaki Hormaza del CSIC de la finca experimental La Mayora, ubicada en Algarrobo, en la búsqueda de fórmulas para atajar la araña cristalina, otra de las plagas que atacan las plantaciones de paltas y en el desarrollo de sistemas de cultivo sostenible.

En conjunto, el Ministerio de Ciencia y la Consejería de Innovación han aportado 400.000 euros para sufragar los proyectos científicos que se desarrollan en el campo del control biológico de las plagas y transformación genética de la palta, así como en la lucha contra los ácaros cristalinos y la búsqueda de explotaciones subtropicales sostenibles.

La investigadora Mary Lu Arpaia, de la universidad californiana, trabaja de hecho con este equipo de expertos de la UMA en la germinación de embriones somáticos transgénicos, ya que ha identificado un azúcar-alcohol específico del aguacate, llamado perseitol, que podría estar involucrado en este proceso.¹²

Estados Unidos- manzana

Por su parte, considerada la importancia del cultivo de manzanas en los Estados Unidos, donde la producción es del orden de 5 millones de toneladas; de esta producción un 10% proviene del Estado de New York con la especie McIntosh como principal; sus características son un profundo color rojo, aroma y sabor agradable y textura firme; sin embargo, se tornan de textura blanda muy rápido después de la cosecha dejando una vida de anaquel relativamente corta que manejada en sistemas de atmósfera controlada llega a 4 meses. Un proyecto que enfrenta esta característica es el liderado por la Universidad de Cornell con el laboratorio Aldwinckle, iniciado en 1990; las bases técnicas de proyectos como éste son extremadamente sofisticadas.

Tomándolo como ejemplo, valga resumir que en primer lugar ha significado comprender el proceso químico del deterioro y los mecanismos de reacción que lo promueven o inhiben; luego vino una postulación de cómo inhibir la expresión del compuesto que gatilla el deterioro eligiendo un gen que logra este efecto y finalmente insertándola en el fruto en este caso. Por su parte el aislamiento del gen y su secuenciación son en sí otros desafíos del proceso, ello involucra procesos en que se incluyen también la presencia de microorganismos, medios de cultivo seleccionados, técnicas de propagación, entre otros.

¹² Freshplaza 2009

Un proceso como el resumido se realizó en las variedades Royal Gala y McIntosh, aunque está en avance, los resultados han generado frutas transgénicas que se ablandan más lento que las no transgénicas, extendiendo la vida de anaquel, además la caída del etileno regulado por las frutas transgénicas no necesitarían condiciones de almacenamiento bajo atmósfera controlada sino simplemente cámaras de almacenamiento frío. Este resultado reduce costos en la cadena post cosecha, lo que es la muestra de otra forma de efectos de la transgenia¹³.

Argentina - berries

Por su lado, la República Argentina como segundo país más importante del mundo en materia de organismos genéticamente modificados (OGM), después de los Estados Unidos cuenta con el proyecto Gennera de mejoramiento genético en berries.

Genera es un proyecto concebido por la Universidad de Buenos Aires, brindando productos y servicios tecnológicos al sector agropecuario de producciones no tradicionales. El objetivo principal es desarrollar, mediante ingeniería genética, nuevas variedades de plantas transgénicas de berries, generando plantas de frambuesas (background, variedad Autumn bliss), con maduración de fruto retardada, teniendo una mejor vida de post-cosecha, así como una variedad de frutillas (Background, variedad Tudla) cuyos frutos sean producidos en mayor número y tamaño, en comparación con los de cultivos tradicionales, ambas variedades con resistencia al herbicida Glifosato, utilizando el gen Epsps como marcador de selección. Actualmente en Argentina no existen variedades comerciales transgénicas de berries, utilizándose variedades no transgénicas importadas desde EE.UU.. Se emplea como punto de partida (Fragaria x ananassa), variedad Tudla pudiéndose extender a corto plazo dichas mejoras producidas a otras variedades y otros tipos de frutos, tales como arándanos y cerezas.

Cuba - banano

13

<http://www.nysaes.cornell.edu/pp/faculty/aldwinckle/>

En Cuba también hay esfuerzos, que están dedicados a líneas transgénicas de banano y plátano resistentes a la enfermedad Sigatoka negra en campo conteniendo genes antifúngicos

La enfermedad Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis* Morelet) ha sido en los últimos años la enfermedad foliar más destructiva que afecta a la producción de bananos y plátanos a nivel mundial.

En un trabajo desarrollado por el Instituto de Biotecnología de las Plantas en Cuba, se desarrollaron plantas transgénicas de banano cultivar Gran Enano y plátano cultivar Navolean tolerantes a esta enfermedad, con el uso de transformación genética.

Se utilizaron suspensiones celulares de embriones y cepas de *Agrobacterium tumefaciens*, que codifican para las proteínas antifúngicas, dando como resultado luego de 4 ciclos en campo una eficacia de un 18.7% del total puesto a prueba.

Las plantas resistentes confirmaron una integración estable de los transgenes en las plantas transgénicas, logrando una total resistencia a la enfermedad.

Investigación sobre frutos transgénicos en Chile

Antes de comentar la investigación en frutos, valga destacar que Chile tiene actividades de desarrollo en semillas transgénicas, como país que aloja la producción de semillas para empresas internacionales. De hecho durante la primera quincena de marzo del 2009 en el valle de Azapa se inauguran instalaciones de la empresa semillera Pioneer Chile que contempla una inversión privada de US\$18 millones, apoyada con subsidios otorgados por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) cercanos a los 900 mil dólares.

Su objetivo es el desarrollo de la agricultura especializada y la investigación en el área de las semillas, contempla alrededor de 96 fuentes laborales permanentes y 210 temporales.

Chile tiene algunos proyectos en transgenia en frutas. De acuerdo a las fuentes consultadas se cuenta una totalidad de 9 proyectos desarrollados entre el 2001 y 2008 por 8 grupos o instituciones; la inversión acumulada alcanzaría a unos \$3.100 millones (ver Tabla 3).

Los proyectos están realizados en cítricos, manzanas, carozos, vid y nuez sobre temas de mejor resistencia a condiciones de terreno y a enfermedades.

No se observa un claro liderazgo todavía en el tema, pero se conoce de complejas articulaciones insertas al interior de los proyectos, especialmente en los denominados Consorcios, En esto destaca el consorcio formado para abordar el programa de “Innovación biotecnológica en la producción de nuevas variedades de vides y frutales de carozo”; allí es el Instituto de Investigaciones Agropecuarias quien postuló como institución responsable, con la participación de: Agrícola Brown Ltda.; Agrícola San Luis Ltda.; Cooperativa Agrícola Pisquera Capel Ltda.; Federación Gremial Nacional de Productores de Fruta FG; Fundación Chile; Okanagan Biotechnology Inc.; Sociedad Agrícola Uniagri Copiapo; The Andes Nurseries Association; Universidad d Chule; Universidad de Cornell; Universidad de Talca; Universidad Nacional Andrés Bello; Universidad Federico Santa María; University of Florida; Vivero El Tambo S.A.; Vivero Los Olmos Ltda.; Viveros Requinoa Ltda.. Los resultados son incipientes en general.

El financiamiento de estos programas ha estado compartido entre FONDEF de CONICYT e INNOVA Chile de CORFO.

La mayoría de los trabajos en transgenia están solo al principio o a medio camino de ser desarrollados en su plenitud, por razones de que dentro del territorio, aún no se permite el cultivo transgénico para consumo.

Una de los temas en desarrollo, son el reposicionamiento de frutales de carozo a través de ingeniería genética.

Actualmente, las variedades de carozo son introducidas desde el hemisferio norte, lo que genera problemas al momento de contextualizarlo a la realidad productiva nacional, en cuanto al área sanitaria y post-cosecha.

A pesar de que se han hecho iniciativas de programas de mejoramiento convencional locales, las variedades productivas verán la luz en las próximas décadas.

A continuación, se entregan algunos antecedentes de los proyectos chilenos.

Enfoque de proyectos en frutales de carozo chilenos:

Las variedades de carozos utilizadas en Chile son introducidas desde el hemisferio norte, lo que genera problemas al momento de contextualizarlos a la realidad productiva nacional, generando problemas principalmente en el ámbito sanitario y de post-cosecha. De estos, los más importantes son el virus del Sharka o “virus de la viruela del ciruelo” (PPV) y el daño por frío, destacándose la harinosidad de la pulpa. A pesar de que existen iniciativas de programas de mejoramiento convencional locales, las nuevas variedades vistas estarán disponibles comercialmente recién en unas próximas décadas. Así, la alternativa de aplicar actuales herramientas biotecnológicas, como transformación genética y el uso de genes con gran potencialidad asociadas a rasgos de importancia cualitativa, es también una alternativa a ser desarrollada, como una estrategia más para apoyar y potenciar estos programas de mejoramiento en crecimiento. Existen avances logrados con diferentes técnicas desarrolladas por una alianza multi-institucional (Fundación Chile Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de investigación La Platina, Departamento de Biología, Química y Facultad de Biología de la Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile, USDA-ARS Appalachian Fruit Research Station, Kearneysville, WV, USA, Andes Nursery Association), para generar a través de diversas plataformas de transformación genética, nuevas variedades de frutales de carozos que sean capaces de soportar largos períodos de post-cosecha y además, conferir resistencia al PPV. Actualmente se dispone de una plataforma avanzada de transformación genética para las especies de Prunus domestica, P. salicina y P. persica que responderían a las necesidades de los productores y exportadores nacionales. Sin duda que estos avances responden a proyectos de avanzada dificultad técnica, considerando la actual baja existencia de sistemas de transformación genética reproducibles para estas especies frutales. Un proyecto pionero fue el Proyecto CO RFO_FDI LE2-005.

Desarrollo de líneas transgénicas de vid con resistencia a enfermedades fungosas.

La pudrición gris y el oidio son las principales enfermedades fungosas que afectan el cultivo de la vid en Chile. La pudrición gris, causada por el hongo *Botrytis cinerea*, origina pérdidas muy elevadas, las cuales se verifican en pre y postcosecha, afectando seriamente la venta de esta fruta en los mercados extranjeros. El control químico de dicha enfermedad suele perder eficiencia sistemáticamente, debido al desarrollo de resistencia por parte del fitopatógeno. El oidio, por su parte, tiene un buen control químico, aunque este incide en un alto costo de producción. Además, la aplicación de fungicidas tiene un significativo efecto sobre la contaminación del medio ambiente y sobre la salud de los trabajadores agrícolas. Por otra parte, nuevas estrategias de control basadas en el uso de pesticidas biológicos han mostrado resultados variables, proponiéndose más bien como parte de un sistema de control integrado.

Se ha buscado obtener cultivares de vid resistentes a enfermedades fungosas vía mejoramiento genético de la vid mediante transgenia (proyecto FONDEF D9911001). En dicho proyecto, se ha logrado optimizar metodologías de transformación genética para introducir en vides genes relacionados con la resistencia al ataque de hongos fitopatógenos. Se han obtenido genes que codifican enzimas degradativas de la pared celular de hongos, tales como quitinasas y glucanasas del hongo micoparásito *T. harzianum*, tanto mediante licenciamiento como por su búsqueda directa en cepas nativas de *Trichoderma*. También se obtuvieron genes que codifican para péptidos con

actividad fungicida. Un producto del desarrollo fueron plantas transformadas, evaluadas durante su estado de plántula en cuanto a la presencia de los genes introducidos y de la expresión de las correspondientes actividades. En este esfuerzo han participado instituciones de investigación tecnológica nacionales (INIA, Fundación Chile) e internacional (InterLink), y del sector productivo (Agrícola Brown).

Caracterización y evaluación de líneas transgénicas de *Vitis vinifera* cv. Thompson seedles, tolerantes a la infección de *Botrytis cinerea*: Existen ciertas características o fenotipos que no se encuentran de forma natural en *Vitis vinifera*. Una de ellas es la resistencia al ataque de hongos fitopatógenos como *Botrytis cinerea*. De esta forma, los desarrollos propuestos consideraron que no era posible abordar el problema a través de mejoramiento convencional. Sin embargo, era posible conferir la resistencia al ataque de hongos, en especies susceptibles como *Fragaria ananassa* a través de transgenia. Con el propósito de otorgar resistencia al ataque de *Botrytis cinerea*, el INIA ha implementado una plataforma biotecnológica de transformación genética a partir de embriones somáticos de vid. (cv. Thompson seedless). En los últimos siete años se han generado más de 6.000 plantas transgénicas con genes de *Trichoderma atroviridae*; 600 de ellas eran evaluadas confinamiento de bioseguridad aprobado por el SAG. Durante tres temporadas 14 líneas genéticas de plantas han sido evaluadas para su capacidad de tolerar el ataque de *Botrytis cinerea* en un ensayo ex vivo obteniendo excelentes resultados a la resistencia.

TABLA 3: MUESTRA DE INVESTIGACIÓN EN FRUTAS TRANSGÉNICAS EN CHILE 2001 – 2008

NOMBRE DEL PROYECTO	CATEGORIA	RUBRO	AÑO	DURACION	FINANCIAMIENTO	\$	EJECUTOR
Desarrollo de plantas de cítricos tolerantes a salinidad y otros estrés mediante transformación genética (parte I)	CÍTRICOS	Cítricos	2007	s/i	INNOVA	150.000.000	Fundación para el Desarrollo Frutícola
Implementación de un programa de mejoramiento genético y obtención de nuevas variedades de cítricos en semillas mediante el uso de herramientas biotecnológicas - Primera parte	CÍTRICOS	Cítricos	2005	60 meses	FONDEF	278.000.000	Pontificia Universidad Católica de Chile
Desarrollo de plántulas de una variedad premium de manzanas con mayor dulzor mediante el uso de herramientas biotecnológicas	POMÁCEAS	Manzana	2008	s/i	INNOVA	210.033.000	Universidad de Chile
Innovación biotecnológica en la producción de nuevas variedades de vides y frutales de carozo **	CAROZOS	Carozos	2004	24 meses	I Concurso de Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación	1.800.000.000	Instituto de Investigaciones Agropecuarias como institución responsable, con la participación de: Agrícola Brown Ltda.; Agrícola San Luis Ltda.; Cooperativa Agrícola Pisquera Capel Ltda.; Federación Gremial Nacional de Productores de Fruta FG; Fundación Chile; Okanagan Biotechnology Inc.; Sociedad Agrícola Uniagri Copiapo; The Andes Nurseries Association; Universidad d Chule; Universidad de Cornell; Universidad de Talca; Universidad Nacional André Bello; Universidad Federico Santa María; University of Florida; Vivero El Tambo S.A.; Vivero Los Olmos Ltda.; Viveros Requinoa Ltda.
Uso de herramientas biotecnológicas para aumentar la rentabilidad de plantaciones de castaño en la VIII Región	NOGAL-NUEZ	Nuez	2003		4 INNOVA BIO BIO	126.751.000	INFOR
Consultoría especializada para biotecnología en vides y carozos.	UVA	Vid	2007	s/i	INNOVA - Transf. Tecn.	3.072.519	Fundación Chile
Programa de desarrollo de genotipos radicales para vides cultivadas en zonas áridas de Chile mediante herramientas biotecnológicas. Primera etapa	UVA	Vid	2006	60 meses	INNOVA	179.166.698	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas
Desarrollo de líneas transgénicas de vid con resistencia a enfermedades fungosas.	UVA	Vid	2003	48 meses	FONDEF	208.000.000	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Desarrollo de líneas transgénicas de vid con resistencia a enfermedades fungosas.	UVA	Vid	2001	48 meses	FONDEF	208.000.000	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

** Valor estimado en Base a datos disponibles

Fuente: recopilada por ASVID en las fuentes financieras de proyectos

PRODUCTORES, PARTICIPACIÓN, TIPO DE CULTIVOS Y SUS OBJETIVOS

Son 25 países los productores de transgénicos, de los cuales doce son países en desarrollo y once son industrializados.

En la Tabla N°1 se puede revisar en detalle el listado de países productores en orden decreciente según

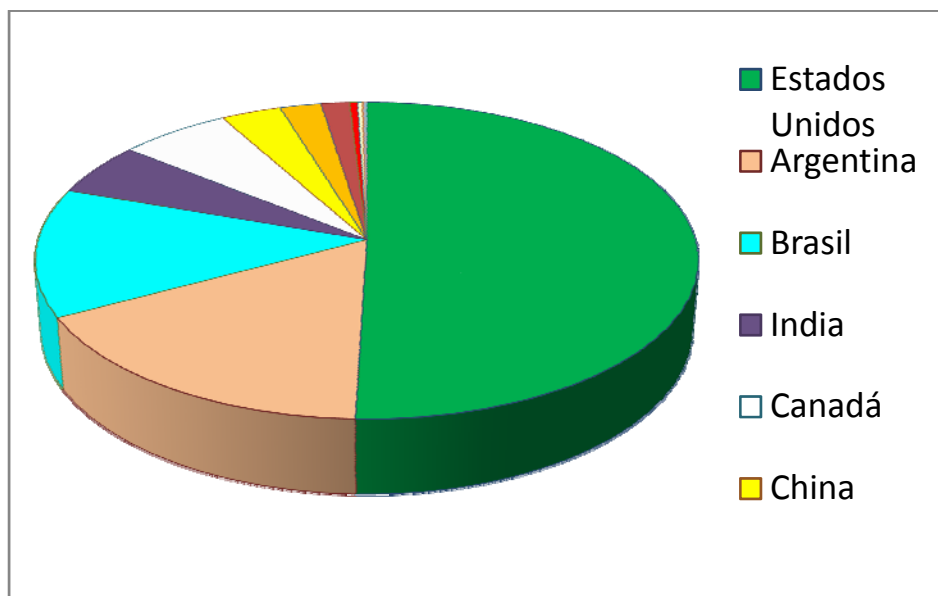
las superficies cultivadas, así como las especies cultivadas en cada uno de ellos.

TABLA 1: RANKING DE PAÍSES CON CULTIVOS TRANSGÉNICOS, SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y ESPECIES

Ranking 2007	Ranking 2008	País	2007				2008			
			Millones de ha cultivadas	Participación	Part. Acumulada	Especies cultivadas	Millones de ha cultivadas	Participación	Part. Acumulada	Especies cultivadas
1	1	Estados Unidos	57,7	50,5%	50,5%	Soya, maíz, algodón, canola, zapallo, papaya, alfalfa	62,5	50,0%	50,0%	Soya, maíz, algodón, canola, zapallo, papaya, alfalfa, remolacha
2	2	Argentina	19,1	16,7%	67,2%	Soya, maíz, algodón	21	16,8%	66,8%	Soya, maíz, algodón
3	3	Brasil	15	13,1%	80,3%	Soya, algodón	15,8	12,6%	79,4%	Soya, maíz, algodón
5	4	India	6,2	5,4%	91,9%	Algodón	7,6	6,1%	91,6%	Algodón
4	5	Canadá	7	6,1%	86,4%	Canola, maíz, soya	7,6	6,1%	85,5%	Canola, maíz, soya, remolacha
6	6	China	3,8	3,3%	95,2%	dulce	3,8	3,0%	94,6%	Algodón, tomate, álamo, petunia, papaya, pimienta dulce
7	7	Paraguay	2,6	2,3%	97,5%	Soya	2,7	2,2%	96,8%	Soya
8	8	Sudáfrica	1,8	1,6%	99,0%	Maíz, soya, algodón	1,8	1,4%	98,2%	Maíz, soya, algodón
9	9	Uruguay	0,5	0,4%	99,5%	Soya, maíz	0,7	0,6%	98,8%	Soya, maíz
10	10	Bolivia					0,6	0,5%		Soya
10	11	Filipinas	0,3	0,3%	99,7%	Maíz	0,4	0,3%	99,1%	Maíz
11	12	Australia	0,1	0,1%	99,8%	Algodón	0,2	0,2%	99,3%	Algodón, canola, clavel
13	13	México	0,1	0,1%	100,0%	Algodón, soya	0,1	0,1%	99,4%	Algodón, soya
12	14	España	0,1	0,1%	99,9%	Maíz	0,1	0,1%	99,4%	Maíz
15	15	Chile	<0,05			Maíz, soya, canola	<0,05			Maíz, soya, canola
14	16	Colombia	<0,05			Algodón, clavel	<0,05			Algodón, davel
17	17	Honduras	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
18	18	Burkina Faso					<0,05			Algodón
18	19	República Checa	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
22	20	Rumania	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
19	21	Portugal	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
20	22	Alemania	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
23	23	Polonia	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
21	24	Eslovaquia	<0,05			Maíz	<0,05			Maíz
16	25	Egipto					<0,05			Maíz
16		Francia	<0,05			Maíz				
Total			114,3	100%			124,9	100%		

Fuente: Clive James 2007 y 2008

FIG.1: PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES



El 50% de la producción mundial de cultivos agrarios transgénicos se concentra en Estados Unidos con 62,5 millones de hectáreas plantadas en Soya, maíz, algodón, canola, zapallo, papaya, alfalfa y remolacha. En segundo lugar en el ranking se encuentra Argentina con una superficie de 21 millones de hectáreas cultivadas y Brasil con 15,8 millones de hectáreas, ambos países cultivaron en 2008 soya, maíz y algodón. Es decir, los tres principales productores de productos transgénicos agrarios se encuentran en América y totalizan el 79% de la superficie mundial de este tipo de productos genéticamente modificados.

Tres países se unieron al cultivo GM entre 2007 y 2008 (Bolivia, que plantó soya GM por primera vez, y Egipto y Burkina Faso que ya fueron mencionados anteriormente). Francia se retiró del cultivo de transgénicos en el año 2008. EuropaBio¹⁴ informó que el cultivo de transgénicos se ha reducido un 2% en Europa lo cual se encontraba ligado a la decisión francesa de no cultivar el maíz transgénico Mon 810 desarrollado por la compañía Monsanto, ese era el único cultivo transgénico del país galo. La decisión era tomada tras conocer el resultado de diversos estudios en los que se mostraba el grave impacto del maíz en el medio ambiente y las posibles sospechas de que a largo plazo incidiera negativamente en el organismo humano considerando que el **maíz Mon 810** puede contaminar genéticamente a otras especies de plantas, la dispersión del polen puede incidir en otros cultivos destinados a la alimentación humana, además, puede provocar diversos efectos tóxicos en algunas especies de insectos, algo que no debería ocurrir, ya que inicialmente, el Mon 810 se desarrolló para ser capaz de superar los ataques de dos insectos a los que llaman taladro y que son

¹⁴ EuropaBio es una organización que promueve la biotecnología alimentaria como una de las ciencias más adecuadas para hacer frente a problemas a los que se enfrenta la humanidad: la incidencia del cambio climático en los alimentos, la escasez de alimentos, el aumento de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, etc.

responsables de ser la mayor plaga que ataca al maíz en todo el mundo. El análisis de EuropaBio es que “cuando se aprobó el cultivo del maíz no se realizaron los estudios adecuados, aunque también hay que decir que el conocimiento sobre los transgénicos es mucho mayor y hoy se conocen de los OMG (Organismos Modificados Genéticamente) diversas particularidades desconocidas antaño”.

Los ocho primeros países del ranking son Estados Unidos (62.5 millones de hectáreas), Argentina (21 mill. ha.), Brasil (15,8 mill. ha.), India (7,6 mill. ha.), Canadá (7,6 mill. ha.), China (3,8 mill. ha.), Paraguay (2,7 mill. ha.) y Sudáfrica (1,8 mill. ha.) y cultivaron cada uno de ellos más de un millón de hectáreas de transgénicos. Uruguay y Bolivia cultivaron 700.000 hectáreas y 600.000 hectáreas respectivamente en 2008. Los restantes 15 países cultivan cantidades modestas de menos de 500.000 hectáreas.

Con la reciente incorporación de Bolivia que plantó 600.000 hectáreas de soya RR® en 2008, Latinoamérica cuenta con nueve países que participan en este tipo de cultivos con un total de 41 millones de hectáreas o un tercio de la superficie plantada de cultivos GM a nivel global, fuertemente influido por Argentina y Brasil que se encuentran en segundo y tercer lugar del ranking mundial como se mencionó en el párrafo anterior. Argentina acapara el 51% de la superficie transgénica sembrada en Latinoamérica, mientras que Brasil por su parte ocupa el 39% de esta superficie.

El ISAAA destaca en su informe que más de la mitad de la población mundial de 6,6 mil millones de habitantes (un 55%, o 3,6 mil millones de habitantes) viven en estos 25 países, donde el cultivo de transgénicos generó beneficios por US\$10 mil millones en 2007. Un 52% de las tierras cultivables del mundo (776 millones de hectáreas de un total de 1,5 mil millones de hectáreas) se ubican también en estos 25 países.

Los cinco principales países en desarrollo cultivadores de transgénicos se encuentran en tres continentes del sur (Argentina y Brasil en Sudamérica, China e India en Asia, y Sudáfrica el continente africano) y tienen una población acumulada de 2,6 mil millones de habitantes o un

40% de la población mundial, de lo cual la mitad es dependiente de la agricultura, incluyendo millones de pequeños agricultores, que representan gran parte de la pobreza del mundo.

En lo que se refiere a especies, las más cultivadas son sin duda el maíz, la soya, el algodón y la canola. El único producto frutícola que aparece a nivel de importancia global es la papaya transgénica y se cultiva en Estados Unidos y China.

Los dos países nuevos que sembraron transgénicos en el año 2007 fueron Chile, que cultivó más de 25.000 hectáreas de transgénicos pero sólo para la exportación de semillas y Polonia, país de la Unión Europea, que cultivó maíz Bt por primera vez.

Más adelante se revisará cómo en Chile solo está permitida la producción de semillas transgénicas y la importación de productos transgénicos, pero está prohibido el cultivo de especies transgénicas para su comercialización, generando el debate que también se detallará más adelante.

Las hectáreas acumuladas en los trece años de cultivos transgénicos llegan a 800 millones de hectáreas, posicionando a la biotecnología como la tecnología agrícola de más rápida adopción de la historia reciente, con una superficie plantada que equivale a 74 veces la superficie original de 1996, continúa detallando el informe de ISAAA.

Los cultivos de rasgos apilados están siendo utilizados en cultivos de organismos genéticamente modificados en diez países: Estados Unidos, Canadá, Filipinas, Australia, México, Sudáfrica, Honduras, Chile, Colombia y Argentina, y se espera que otros países lo adopten.

Se espera que los cultivos de rasgos apilados del futuro comprendan rasgos agronómicos para resistencia a las pestes, tolerancia a herbicidas y sequía, así como otro tipo de valor agregado como adición de omega-3 en la soya o arroz dorado enriquecido con pro-Vitamina A.

Se considera que la resistencia a la sequía será el rasgo más importante a desarrollar en los cultivos transgénicos de la segunda década de desarrollo y comercialización de éstos (2006-2015). Este objetivo es extremadamente relevante, considerando que se espera un incremento de la población de un 50% hacia el año 2050 con 9 mil millones de habitantes, y

que la falta de agua será la principal restricción para crecer en la productividad de cultivos necesaria para alimentar a la población. Se espera que el maíz transgénico tolerante a sequía sea lanzado a más tardar en el año 2012 en Estados Unidos y hacia el 2017 en África por una iniciativa pública-privada.

La proporción de países en desarrollo que han ido adoptando el cultivo de transgénicos ha ido aumentando, llegando a una porción de 43% del área total plantada. Entre 2006 y 2007 la superficie de cultivos de OGM creció un 21% u 8,5 millones de hectáreas, mientras que la superficie plantada en países desarrollados creció sólo un 6%, es decir, unos 3,8 millones de hectáreas. Los cinco principales países en desarrollo productores de transgénicos se encuentran en tres continentes del hemisferio sur: India y China en Asia, Argentina y Brasil en Sudamérica y Sudáfrica en el continente africano.

Aparte de los 25 países que sembraron transgénicos el 2008, existen otros 30 países donde, aunque no se producen transgénicos, se han otorgado permisos regulatorios desde 1996 a cultivos transgénicos para consumo humano y animal y para liberación al ambiente. Se han otorgado un total de 670 aprobaciones para 144 eventos para 24 cultivos. De los 55 países que otorgaron permisos para cultivos GM (25 productores y 30 no productores) Japón es el que cuenta con más aprobaciones. Este país no produce transgénicos, sólo los importa.

En la lista de mayor número de aprobaciones siguen Estados Unidos, Canadá, México, Corea del Sur, Australia, Filipinas, Nueva Zelanda, la Unión Europea y China, siendo el maíz transgénico la especie que tiene más eventos aprobados (44), seguido por el algodón (23), la canola (14) y la soya (8). El evento que cuenta con más aprobaciones es la soya tolerante a herbicida GTS-40-3-2 con 23 aprobaciones, seguido por maíz resistente a insectos (MON810) y el tolerante a herbicida (NK603), ambos con 21 aprobaciones. Finalmente está el algodón resistente a insectos (MON531/757/1076) con 16 aprobaciones. En el 2008 Japón y Corea del Sur importaron maíz GM para ser usado como alimento por primera vez, respondiendo al estímulo de un precio más conveniente de este maíz versus el convencional.

En cuanto a especies, la más cultivada el año 2008 según el reporte del ISAAA fue la soya GM con un 53% de la superficie plantada a nivel global o 65,8 millones de hectáreas, seguido por el maíz GM con una participación de 30% (37,3 millones de hectáreas), el algodón transgénico con un 12% (15,5 millones de hectáreas) y la canola transgénica con un 5% (5,9 millones de hectáreas). El año 2008, 17 de los 25 países que cultivaron transgénicos, plantaron maíz GM, 10 países plantaron soya, 10 países algodón y 3 países plantaron canola. Además, Estados Unidos y China cultivaron papaya resistente a virus, mientras que Australia y Colombia cultivaron claveles. China cultivó también una pequeña superficie de álamo, mientras Estados Unidos cultivó zapallo y alfalfa.

En lo que se refiere a rasgos dominantes en los cultivos transgénicos, la tolerancia al herbicida ha sido la característica predominante desde los inicios de los cultivos GM en 1996 con un 63% o 79 millones de hectáreas de las 125 millones sembradas el año

2008. Este rasgo está presente en la soya, maíz, canola, algodón y alfalfa. Se destaca que por segundo año, la acumulación de dos o más características ocupó un área mayor (26,9 millones de hectáreas o 22% del área total), que la variedades sólo resistentes a insectos (19,1 millones de hectáreas o 15%), con un alto crecimiento de 23%, comparada con un -6% del rasgo resistente a insectos y 9% resistente a herbicidas.

Se estima que un 9% de la superficie plantada en transgénicos está siendo usada para la producción de biocombustibles con más del 90% del área plantada para este uso en Estados Unidos. Se calcula que 7 millones de hectáreas de maíz GM se utilizaron en ese país para producción de etanol, y cerca de 3,4 millones de hectáreas de soya GM para biodiesel y unas 10.000 hectáreas de canola GM. En Brasil se usaron 750.000 hectáreas de soya RR® para producir biodiesel en 2007, mientras que Canadá unas 45.000 hectáreas de canola GM para producir de biodiesel.

OBJETIVOS DE ADOPCIÓN DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS Y ESTIMACIÓN DE SUS BENEFICIOS

Según el ISAAA, el último estudio del impacto de los transgénicos para el periodo 1996-2006 estima el beneficio para los productores de éstos en US\$34 mil millones (US\$16,5 mil millones para países en desarrollo y US\$17,5 mil millones para países industrializados). Se estima una reducción acumulada de pesticidas para el mismo periodo de 289.000 toneladas de ingredientes activos, lo que equivale a un 15,5% de reducción de impacto ambiental asociado al uso de pesticidas de estos cultivos, determinado según el índice de impacto ambiental (EIQ), una medida compuesta que considera a varios factores que contribuyen al impacto ambiental neto de un determinado ingrediente activo.

El año 2015 es el año que las Naciones Unidas fijaron como objetivo para el cumplimiento de las Metas de Desarrollo para el Milenio (Millennium Development Goals), en que las voluntades están alineadas en la misión de disminuir la pobreza mundial en un 50%. Para ese año, el ISAAA espera que ya 40 países hayan adoptado el cultivo de transgénicos, con unos 200 millones de hectáreas plantadas y unos 20 millones de agricultores usando esta tecnología (dependiendo de cuando el arroz GM sea aprobado), con el esperado aumento de retorno, disminución de costos y alivio de su pobreza. ISAAA estima que esta será una forma de contribuir modestamente a los objetivos tan intensamente perseguidos. El instituto espera que en Europa Oriental, seis nuevos

países se unan a la lista de agricultores de transgénicos, incluyendo a Rusia que tiene un tipo de papa biotecnológica en desarrollo. El alcance de Europa Occidental se considera más difícil porque los asuntos relacionados con cultivos biotecnológicos en esta región del mundo no están sólo relacionados con consideraciones científicas y tecnológicas, sino que con consideraciones políticas e influenciadas por visiones ideológicas de grupos activistas. Un ejemplo de esto es la prohibición en 2008 en Francia del único cultivo transgénico que se producía.

El desarrollo del arroz GM tolerante a sequía es considerado como una pieza clave para el futuro por el ISAAA. Si bien la primera generación de cultivos GM de la primera década (1996-2005) se enfocó en el aumento de productividad vía disminución de las pérdidas causadas por plagas, malezas y enfermedades, la segunda generación de estos cultivos ofrecerá nuevos incentivos a los agricultores.

El arroz GM resistente a plagas/enfermedades está siendo probado en campo en China y esperando aprobación, y el arroz dorado se espera para el 2012. Otros cultivos de superficies menores están también siendo desarrollados, como son los casos de las papas resistentes a plagas y enfermedades y con calidad modificada para uso industrial, la caña de azúcar con rasgos de calidad y agronómicos, y las bananas resistentes a enfermedades. La berenjena Bt estaría disponible en India a fines del 2009, mientras que cultivos vegetales como el tomate, el brócoli, zapallo que requieren de aplicaciones de grandes dosis de insecticidas en la actualidad, están siendo desarrollados por la biotecnología.

Se dice que la primera década de cultivos de transgénicos fue la de las Américas, y se espera que la segunda década sea la de Asia y África. Además, el uso de la agrobiotecnología para incrementar la eficiencia de los cultivos alimentarios de primera generación y los cultivos energéticos de segunda generación para biocombustibles, presentan oportunidades y desafíos. Mientras que las estrategias de biocombustibles deben elaborarse en cada país, la seguridad alimentaria debe siempre ser asignada como primera prioridad y nunca ser puesta en peligro por una necesidad competitiva de usar

cultivos de alimentos y suministros para biocombustibles. El rol de los cultivos tecnológicos para biocombustibles es optimizar los costos y el retorno por hectárea para desarrollar combustible más accesible.

La adopción de cultivos biotecnológicos para la segunda década de cultivos transgénicos comprendida entre el 2006 y el 2015, tiene que ver según el ISAAA con el desafío de establecimiento y operación efectiva de sistemas regulatorios que sean apropiados, responsables y eficientes en tiempo y costo. Tiene que ver también con la voluntad política y apoyo para la adopción de estos cultivos y finalmente con la expansión de la oferta de cultivos biotecnológicos que satisfagan las necesidades prioritarias para los países en desarrollo.

El Reporte de Desarrollo del Banco Mundial en 2008 enfatiza que “la agricultura es una herramienta de desarrollo vital para alcanzar las Metas de Desarrollo del Milenio que llaman a reducir a la mitad el porcentaje de gente sufriendo de extrema pobreza y hambre para el 2015” (Banco Mundial, 2008). Indica que tres de cada cuatro personas en los países desarrollados viven en áreas rurales y que la mayoría de ellos son directa o indirectamente dependientes de la agricultura. Reconoce también que el objetivo de superación de la pobreza no podrá ser alcanzado en África sin una revolución en la productividad agraria y que la revolución en biotecnología e información constituyen oportunidades únicas para que la agricultura promueva el desarrollo, pero advierte que existe el riesgo de que esta biotecnología dinámica pueda ser perdida en países en desarrollo si la voluntad política y el apoyo internacional no llega.

El ISAAA hace hincapié en que los países en desarrollo que no adopten estas tecnologías perderán competitividad en la productividad de cultivos, que tienen implicancias en la esperanza de aliviar la pobreza.

Hasta ahora, el desarrollo y comercialización de cultivos transgénicos ha estado centrado en las especies resistentes a insectos, virus y enfermedades; y en las especies tolerantes a herbicidas. Se trata de los transgénicos de primera generación, cuyos avances han visto tecnologías que

han permitido “apilar” más de una característica, lo que permite que un cultivo sea resistente por ejemplo al mismo tiempo a ciertas enfermedades y a los herbicidas. Estos cultivos de primera generación han estado concentrados principalmente, según lo ya revisado en este trabajo, en cuatro especies: soya, maíz, algodón y canola. Sus productos han sido utilizados en la industria alimentaria, de telas y de biocombustibles. Como se mencionó anteriormente, las investigaciones para desarrollar la resistencia a la sequía están en un alto grado de avance; y por otro lado se espera la adopción de los cultivos de segunda generación, que a diferencia de los cultivos de primera generación que otorgaban beneficios a agricultores y empresas productoras de semillas, entregarían más beneficios al consumidor, tales como un mayor aporte nutricional por ejemplo. Es en esta segunda generación, donde se espera la entrada de nuevas especies, incluyendo a las especies del sector frutícola.

Chile sigue estudiando las opciones que se presentan para decidir la conveniencia de adoptar el cultivo e introducir la comercialización de transgénicos. Por un lado, está el tema de la crisis energética y la dependencia actual de las fuentes de energía limitadas, con el consecuente atractivo que presenta la producción de transgénicos como materia prima para el desarrollo de biocombustibles. Por otro lado está el dilema que supone cuestionarse qué pasaría al cultivar como transgénicos, algunas especies que Chile actualmente exporta. Chile es percibido por la comunidad internacional como un país confiable en lo que a inocuidad alimentaria se refiere (por ejemplo en el cultivo de frutas para exportación), por su calidad de aislamiento natural: al este por la cordillera, al oeste y al sur por el océano y al norte por el desierto. Por esta razón, muchos temen que al cultivar transgénicos esta imagen se vea perjudicada, sobre todo por los países importadores de la Unión Europea.

EL DEBATE DE LOS TRANSGÉNICOS

El debate respecto a los Organismos Genéticamente Modificados difiere según el país, pero básicamente está centrado en las ventajas que resaltan sus defensores versus los riesgos que los detractores advierten que no deben ignorarse en lo que a liberación, cultivo y comercialización de transgénicos se refiere, no sólo en lo inmediato, sino que en el largo plazo.

Otro punto que atrae la atención de la discusión entre quienes alientan el cultivo de transgénicos, así como de quienes los rechazan es el etiquetado de este tipo de productos para que el consumidor esté informado de que estará ingiriendo un producto genéticamente alterado.

I. Los argumentos a favor

Los defensores de los transgénicos se centran en los beneficios de la biotecnología para crear productos que entregan beneficios a los agricultores, al medio ambiente y al consumidor final.

Entre los beneficios más difundidos están:

- Resistencia a los pesticidas y plagas: existen los OGM que no se contaminan al rociarlos con pesticidas. También hay algunos cultivos que sintetizan sus propios insecticidas y otros que soportan el ataque de los insectos por lo que no necesitan entonces de insecticidas, eliminando el riesgo de manipulación por parte de los trabajadores y además no dañan el suelo.
- Mejor rendimiento: se pierde menos cultivo producto de enfermedades, plagas, mala aplicación de pesticidas y herbicidas, por lo tanto la cantidad de producto cosechado en buenas condiciones es mayor así como la productividad del suelo. Además, pueden crearse especies con tiempos de maduración más rápidos, incrementando la disponibilidad de alimentos en una misma superficie.

- Mejor aprovechamiento de suelos no aptos: se pueden crear semillas que crezcan en tierras erosionadas, con escasez de agua o concentraciones minerales que impiden la proliferación de cultivos naturales.
- Plantas y frutos más fuertes o resistentes a condiciones adversas: producto de la alteración genética se busca que los cultivos resistan mejor ciertas condiciones de estrés como la sequía, condiciones extremas de temperatura, lo que es importante en el cultivo, pero también lo es en las etapas de post cosecha para el transporte a mercados distantes, en este caso hay especies que, por ejemplo, no resisten bien el congelamiento al que deben ser sometidas para perdurar por más tiempo.
- Más nutrición: La agrobiotecnología puede adicionar elementos nutritivos a ciertos alimentos, como puede ser el caso del arroz con adición de pro-Vitamina A o la inclusión de omega-3 en otras especies. Así, un alimento puede convertirse en fuente nutricional mejorada, lo cual es relevante para alimentar poblaciones masivas mal nutridas.

II. El ISAAA y la identificación de beneficios

ISAA, una fuerza a favor de los transgénicos

Antecedentes de la organización

Por lo relevante de su acción, a continuación se detallan algunos antecedentes de esta organización. El Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología o ISAAA en sus siglas en inglés (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) es una organización sin fines de lucro que busca entregar los beneficios de la biotecnología a los países en desarrollo. Comparte el conocimiento para una

mejor información de los atributos y potenciales de las nuevas tecnologías. Su misión es también contribuir al alivio de la pobreza a través de la biotecnología agraria, incrementando la productividad y retornos de los cultivos, particularmente para agricultores de escasos recursos, en un medioambiente más seguro y un desarrollo agrario sostenible. Es liderado por Clive James, que ha dedicado largos años a la defensa de los transgénicos como opción de alivio de la pobreza. Es auspiciado principalmente por instituciones filantrópicas y co-auspiciado por un grupo de instituciones donantes tanto públicas como privadas. Los donantes comprometen fondos en una base fija, para asegurar la transparencia y responsabilidad con el programa de ISAAA bajo regulares y rigurosas revisiones por parte de ellos.

La lista de instituciones donantes es la siguiente:

- ABSPII/Cornell University
- Barwale Foundation, India
- Bejo Sheetal Seeds Pvt. Ltd, India
- BIOEARN: East African Regional Programme and research Network for Biotechnology, Biosafety and Biotechnology Policy Development
- CropLife International
- FARM-Africa – Maendeleo Africultural Technology Fund (MATF)
- Fondazione Bussolella- Branca, Italy
- Government of Kenya/KAPP (Kenya Agricultural Productivity Project)
- Ibercaja, Spain
- IDRC – International Development Research Center of Canada
- JK Organisation, India
- Kilimo Trust, Uganda
- Ministry of Environment and Forests, India
- Monsanto
- Dept. of Agriculture, Philippines
- Program for Biosafety Systems, IFPRI
- Rasi Seeds Ltd., India
- SEAMEO SEARCA, Philippines
- USAID
- USDA
- Vibha Agrotech Pvt. Ltd, India

Para su enfoque, ISAAA atrae socios de los sectores público y privado en los temas de investigación y

desarrollo continuos. Esto implica la asociación entre instituciones públicas del sur y el sector privado en el norte, e implica también el fortalecimiento de las relaciones sur-sur. Complementando este esfuerzo hay una serie de servicios de apoyo que aseguran que el medio ambiente agrícola se vea potenciado por insumos externos, como la creación de capacidad para los generadores de las políticas y los científicos; la supervisión normativa en asuntos de bioseguridad, seguridad alimentaria y derechos intelectuales de propiedad, asesoría de impacto; y entrega de conocimiento. ISAAA no posee ni usa las tecnologías que transfiere.

En las palabras de su fundador y director Clive James: “La estrategia de ISAAA tiene dos aspectos. Primero está la adquisición de aplicaciones biotecnológicas usualmente del sector privado para el beneficio de agricultores de subsistencia. La segunda misión proviene de la importancia fundamental de compartir con la comunidad global los atributos de esta tecnología”

Los beneficios identificados por ISAAA

El ISAAA asegura que la alta tasa de adopción de productos transgénicos entre 1996 y 2008 responde al hecho que los cultivos han sido exitosos en los ámbitos económico, medioambiental, y social, así como también han tenido efectos positivo para la salud, para pequeños y grandes productores de países industrializados, así como de países en desarrollo. También menciona que se cuenta con unas 70 millones de decisiones individuales en estos trece años de experiencia de transgenia de los productores agrícolas, ello se refiere a la decisión de adoptar o no los cultivos transgénicos.

Existe una implicancia humanitaria destacada por el ISAAA en su reporte del año 2008 que consiste en que 90% ó 12,3 millones de agricultores (de un total de 13,3 millones), fueron pequeños agricultores y agricultores de escasos recursos de países en desarrollo los que se beneficiaron con la biotecnología en cultivos. El millón restante corresponde a grandes productores de países industrializados como Canadá y de países en

desarrollo como Argentina. La mayoría de ellos cultivaron algodón Bt, como son los casos de China (7,1 millones) e India (5 millones). Los restantes 200.000 agricultores cultivaron maíz GM en Filipinas, y algodón, maíz y soya GM en Sudáfrica, más otros ocho países en desarrollo. ISAAA le confiere gran importancia a estas cifras como medida de aumento de los ingresos de agricultores de escasos recursos y solidario con el objetivo de reducir la pobreza en un 50% para el año 2005.

De acuerdo al reporte del ISAAA para el año 2008, el cultivo de transgénicos ha ido ganando adeptos en las organizaciones políticas globales, por su potencial de producir alimentos más accesibles en precio y por mitigar algunos de los efectos del cambio climático. Este es el caso del G8, que por primera vez en julio de 2008 en Hokkaido, Japón, reconoció que los cultivos biotecnológicos pueden jugar un rol relevante en la seguridad de los alimentos, lo cual fue expresado a través de la siguiente reflexión: “ la investigación y desarrollo acelerados y el acceso creciente a las nuevas tecnologías agrícolas para potenciar la producción en la agricultura; promoveremos análisis de riesgo basados en la ciencia, incluyendo la contribución de variedades de semillas desarrolladas a través de biotecnología.” Otro caso es el de la Comisión Europea que aseguró lo siguiente: “Los cultivos GM pueden jugar un rol importante en mitigar los efectos de la crisis alimentaria”.

Y continúa el ISAAA: La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha enfatizado la importancia de los cultivos biotecnológicos por su potencial de beneficiar a la salud pública entregando alimentos más nutritivos, disminuyendo su potencial alergénico y mejorando la eficiencia de los sistemas productivos.

La contribución de los llamados cultivos biotecnológicos

El ISAAA plantea que los cultivos biotecnológicos han contribuido al desarrollo sustentable en varias formas significativas de acuerdo a la siguiente lista que será revisada en detalle:

1. Contribución a la seguridad alimentaria y a alimentos más accesibles (menores precios).
2. Conservación de la biodiversidad.
3. Contribución al alivio de la pobreza y el hambre.
4. Reducción de la huella ambiental de la agricultura.
5. Mitigación del cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero (greenhouse gases, GHG).
6. Contribución de producción más efectiva en costos en biocombustibles.
7. Contribución a beneficios económicos sustentables.

Contribución a la seguridad alimentaria y alimentos más accesibles (menores precios)

Este efecto positivo se lograría a través de una mayor oferta por la vía de aumento de productividad por hectárea y por la reducción de costos como consecuencia de un acción combinada de varios factores tales como el menor requerimiento de insumos, menos arado, y menos aplicaciones de pesticidas, lo que implica también menos combustible fósil para tractores, mitigando en alguna medida los efectos negativos del cambio climático. Se estima que de los US\$44 mil millones de ganancias en cultivos transgénicos plantados entre 1996 y 2007, un 44% se debe a ganancias en rendimiento y un 56% a una disminución de costos de producción.

Un elemento relevante es la expectativa de logro de progresos respecto a cultivos transgénicos que resistan el estrés abiótico, como puede ser el caso de la tolerancia a la sequía. Se piensa que esta tecnología podría estar disponible para el 2012 en Estados Unidos y en el 2017 para África. Es rasgo tolerancia a la sequía es especialmente relevante en países en desarrollo, más que en países industrializados. Sin embargo, el tema del agua se ha vuelto un elemento relevante en el mundo.

Se visualiza también una oportunidad de desarrollar arroz Bt que sea más accesible en precio que el arroz

tradicional, dado que es el principal cultivo de los pobres del mundo. El arroz GM, que ya está esperando aprobación en China, ofrece un enorme potencial de contribuir a la seguridad alimentaria, así como a proveer al mundo de arroz a un menor precio, mientras alivia la pobreza.

La investigación también avanza hacia alimentos más nutritivos como el arroz dorado enriquecido con pro-Vitamina A.

Conservación de la biodiversidad

Aunque el informe del ISAAA no profundiza mucho en este punto informa que los cultivos biotecnológicos pueden disminuir la deforestación y proteger la biodiversidad en bosques y otros santuarios de biodiversidad. Se pierden 13 millones de hectáreas al año de bosques ricos en biodiversidad en países en desarrollo. Entre 1996 y 2007 los cultivos biotecnológicos han disminuido la necesidad de una superficie adicional de 43 millones de hectáreas de tierra de cultivos.

Contribución al alivio de la pobreza y el hambre

Según el ISAAA, el 50% de los habitantes más pobres del planeta son pequeños agricultores de escasos recursos y un 20% son trabajadores rurales sin tierra dependientes de la agricultura para vivir, con lo que se desprende que al aumentar el ingreso de estas personas se produce un alivio directo a la pobreza del planeta. En India, China, Sudáfrica y Filipinas se ha contribuido a aumentar el ingreso de 12 millones de agricultores pobres con una expectativa importante en lo que se refiere a la producción de arroz Bt en futuro que tiene un potencial de beneficio sobre un universo de 250 millones de hogares en Asia.

ISAAA está muy enfocado en que los cultivos GM puedan contribuir al logro de las Metas de Desarrollo del Milenio para el 2015 (Millennium Development Goals, MDG), que postulan el objetivo de disminución en un 50% de la pobreza del mundo.

Reducción de la huella ambiental de la agricultura

El cultivo biotecnológico de especies supone la reducción de pesticidas, ahorro de combustibles fósiles, disminución de emisiones de CO₂ al requerir menos arado, conservación del suelo y humedad optimizando la práctica de no labrar a través de la aplicación de tolerancia a herbicidas. Se estima que la reducción acumulada de pesticidas entre 1996 y 2007 fue de 359.000 toneladas métricas de ingredientes activos, es decir un 9% de ahorro en pesticidas y una disminución de 17,2% asociada al impacto ambiental del uso de pesticidas en esos cultivos, de acuerdo a la medición del Environmental Impact Quotient EIQ, una medida compuesta basada en varios factores que contribuyen al impacto neto en el medio ambiente para un ingrediente activo individual¹⁵. Para el año 2007 la reducción fue estimada en 77.000 toneladas métricas y una disminución de 29% en el EIQ (Brooks and Barfoot, 2009, por publicarse).

El 70% del agua del planeta es utilizada en la agricultura. Ya se trata de un recurso escaso y se presenta una situación preocupante al esperarse que para el año 2050 la población haya aumentado en un 50% a 9,2 mil millones de habitantes. Se espera que los primeros híbridos de maíz tolerantes a la sequía sean comercializados en Estados Unidos hacia el año 2012 en dos de los estados más propensos a la sequía: Nebraska y Kansas. Se espera que África lo adopte alrededor del año 2017.

Se han realizado pruebas de campo en Australia con trigo tolerante a la sequía, que aún se encuentran en desarrollo.

¹⁵ EIQ (INDICE DE IMPACTO AMBIENTAL) – Kovach, 1992.

Universidad de Cornell. Metodología para comparar diferentes plaguicidas, programas y estrategias de control. La ecuación se basa en tres componentes: el productor, el consumidor y el ecológico. <http://nysipm.cornell.edu/publications/eiq>

Mitigación del cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero (GHG)

Esto se logra a través de los cultivos GM con el ahorro logrado en emisiones de CO₂ a través del uso más reducido de combustibles fósiles, ahorro en insecticidas y herbicidas. En el 2007 se estimó el ahorro de dióxido de carbono en 1,1 mil millones kg, lo que equivale a reducir el número de autos circulando en unos 500.000. Además, el hecho de reducir la necesidad de labrado en 2007 implicó una reducción de de 13,1 mil millones kg. de CO₂, equivalente a retirar unos 5,8 millones de automóviles de las carreteras (Brookes and Barfoot, 2009, por publicarse).

Contribución a la producción de biocombustibles efectivos en costo

Esto se logra desarrollando cultivos tolerantes a estrés abiótico (sequía, salinidad, temperaturas extremas) y estrés biótico (plagas, malezas y enfermedades) y subiendo el tope de rendimiento potencial por hectárea modificando el metabolismo de la planta. En Estados Unidos, Ceres¹⁶ acaba de liberar híbridos no transgénicos de pasto switchgrass y sorgo con contenido creciente de celulosa para la producción de etanol y cuenta con variedades transgénicas también en desarrollo. Esta es una muestra del enfoque de la transgenia para biocombustibles.

¹⁶ Ceres, Ceres es la coalición más grande de investigadores, grupos de inversión y organizaciones medioambientales y de interés público en Norteamérica. La coalición Ceres de grupos de inversión, organizaciones medioambientales y fondos de inversión se relacionan directamente con compañías de asuntos del medio ambiente y sociales. Está la compañía orientada a la producción de biofuels desde productos acuícolas. Desarrolla y comercializa cultivos de bajo carbono y no alimentario para la nueva generación de biofuels y bioenergía.

Contribución a beneficios económicos sustentables

Un estudio reciente del impacto global de los cultivos biotecnológicos para el periodo 1996-2007 (Brookes and Barfoot 2009, por publicarse) estima el beneficio neto económico global para los agricultores de cultivos biotecnológicos para 2007 en US\$10 mil millones, de los cuales US\$6 mil millones corresponden a países en desarrollo y el resto a países industrializados. Los beneficios acumulados entre 1996 y 2007 fue de US\$44 mil millones, que se divide en partes iguales entre países en desarrollo e industrializados. Esto incluye los importantes beneficios asociados con el doble cultivo de soya GM en Argentina.

El Banco Mundial ha concluido que “ usar la agricultura como base del crecimiento económico en los países dependientes de la agricultura requiere de una revolución en productividad para los pequeños agricultores”. El ISAAA es firme en aseverar que la biotecnología puede hacer una importante contribución al incremento requerido de productividad en los cultivos.

Finalmente, el ISAAA otorga gran importancia a la necesidad de sistemas regulatorios efectivos tanto en tiempo como en costos que sean responsables, rigurosos y no onerosos, que requieran de pocos recursos que estén al alcance de los países en desarrollo. Según este instituto, la principal barrera ha sido la falta de este tipo de sistemas regulatorios que incorporen la experiencia de estos trece años de cultivos transgénicos. En la mayoría de los países en desarrollo los sistemas regulatorios han sido engorrosos y en algunos casos prácticamente imposibles de implementar, debido a los altos costos de aprobación de productos. Postula que los sistemas fueron ideados hace más de diez años para países industrializados, que por supuesto tienen una realidad muy distinta a la de los países en desarrollo, donde el desafío sería entonces en estos últimos países el cómo hacer mucho con pocos recursos.

En síntesis se podría manifestar que el ISAAA busca a través de los cultivos OGM contribuir a los mayores

desafíos en que se encuentra la sociedad actual y del futuro en agricultura: seguridad alimentaria, sustentabilidad, alivio de la pobreza y el hambre, y ayudar a mitigar algunos de los efectos del cambio climático.

III. Los argumentos en contra

Los detractores de este tipo de productos se centran en los riesgos del cultivo, comercialización y consumo de alimentos transgénicos agrícolas; el acento se pone en los casos detectados de contaminación hacia otras especies sobre todo en Estados Unidos.

Quienes están en contra del cultivo y comercialización de transgénicos centran su análisis en los riesgos, en los problemas y en consideraciones éticas y legales.

Los riesgos pueden dividirse en los siguientes:

- Riesgos para la salud: este argumento está centrado principalmente en la potencial mayor alergenicidad de los productos transgénicos y en la falta de sustento científico o historial que demuestre la inocuidad de estos alimentos para la salud humana en el largo plazo. El deterioro del sistema inmunológico es también otra preocupación de este grupo. Existe también preocupación por la posible transferencia genética de genes de OMG hacia células del cuerpo humano o bacterias del tracto gastrointestinal y el cuestionamiento de cómo afectaría esto a la salud, considerando por ejemplo que la transferencia se tratara de genes resistentes a ciertos antibióticos. Recogiendo este último elemento, un panel de expertos de la FAO/OMS ha incentivado el uso de tecnología sin genes de resistencia a antibióticos.
- Riesgos para el medioambiente: este tipo de riesgos tiene que ver principalmente con la amenaza que establecen los transgénicos a la biodiversidad de especies orgánicas. El outcrossing o desplazamiento de genes de vegetales transgénicos hacia cultivos

convencionales es un riesgo real. En Estados Unidos aparecieron rastros de un tipo de maíz que había sido aprobado para consumo animal en productos para consumo humano.

La combinación de cultivos de vegetales GM con vegetales autóctonos también supone un riesgo al cultivarse especies provenientes de semillas transgénicas con especies provenientes de semillas convencionales.

Si bien hay varios países que han adoptado políticas de separación entre estos dos tipos de cultivos, el riesgo disminuye, pero no desaparece por la dificultad que presupone controlarlo, ya que requeriría una trazabilidad perfecta.

Muchos de los no simpatizantes de productos transgénicos advierten en su cultivo un asunto ético, ya que no sería ético manipular la naturaleza misma de un organismo y sus planteamientos se refuerzan cuando hay transferencia entre los reinos animal o vegetal; no consideran sano introducir por ejemplo genes animales en organismos vegetales y viceversa. Otro tema que preocupa a los detractores de los OGM es el de las patentes, puesto que la producción de transgénicos está estrechamente ligado a ellas. Las empresas que crean un OGM lo patentan, con lo que puede crearse una situación de monopolio para ciertas semillas y alimentos, con la consiguiente dependencia de los agricultores del abastecimiento y condiciones de estas empresas proveedoras. Desde esta perspectiva podría crear una dependencia de los países con menos acceso a desarrollo tecnológico que podría quedar en unas pocas empresas, con el consiguiente riesgo para la seguridad alimentaria mundial, como se puede observar, una visión contraria al enfoque de quienes ven en estas opciones una contribución a ella.

El etiquetado es otra preocupación de los detractores ya que, en general, existe también la discusión en varios países sobre si los transgénicos deben ser o no etiquetados para ser identificados como tales.

IV. El debate en Chile

El debate en Chile lleva varios años y continúa debido a que en estricto rigor no se puede estar a favor o en contra de los transgénicos, sino más bien estar a favor o en contra de sus beneficios y riesgos y problemas.

Así lo plantea el Dr. Andrei N. Tchernitchin¹⁷ en su paper “Organismos Transgénicos: Ventajas y Riesgos”. Este paper en una versión modificada de la presentación que la Comisión de Medio Ambiente y Bienes del Senado del Estado de Chile pidió en abril de 2004 al Colegio Médico de la Universidad de Chile.

Las principales ventajas asociadas a la introducción de organismos transgénicos que fueron presentadas entonces fueron: la mayor productividad, la resistencia a insectos y plagas, la tolerancia a herbicidas, la tolerancia a estrés ambiental, frutos más resistentes, obtención de plantas biorreactoras, mayor fijación de nitrógeno, mejoramiento con fines ornamentales y pueden permitir el desarrollo de fármacos y vacunas. Varias de estas ventajas son coincidentes y ya fueron revisadas en los antecedentes presentados por el ISAAA en el capítulo anterior.

Las principales desventajas conocidas incluyen: la toxicidad del insecticida Bt (producidos por los genes del *Bacillus thuringensis*); la aparición de súper plagas, resistentes a plaguicidas; pueden generar una resistencia a los antibióticos para gérmenes que afectan al ser humano, con graves consecuencias para la salud, o para gérmenes que afectan la producción ganadera o avícola; producen inestabilidad genética; producen una inestabilidad genética negativa, pueden generar la aparición de supermalezas resistentes a herbicidas; constituyen un riesgo para la biodiversidad; puede producirse transferencia horizontal de genes; se produce con

¹⁷ El doctor Tchernitchin es Profesor Titular del Instituto de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina Universidad de Chile; Consejero General (Santiago) del Colegio Médico de Chile; Presidente, Comisión de Salud y Medio Ambiente del Colegio Médico de Chile; Director Científico, Consejo de Desarrollo Sustentable de Chile.

facilidad contaminación de especies no genéticamente modificadas, incluidas las nativas, por polinización cruzada; pueden generar reacciones alérgicas en algunos consumidores, por lo que se hace imprescindible el etiquetado de alimentos que contengan alguna porción de organismos transgénicos y, finalmente, los productores estarían obligados a comprar las semillas para cada siembra bajo las condiciones de las empresas que tienen las licencias y que pueden variar en el tiempo.

Las desventajas o riesgos serán revisados en detalle y se dividen en las siguientes categorías: Riesgos para la salud, riesgos para la conservación de la biodiversidad, y riesgos económicos y estratégicos.

Riesgos para la Salud

Los principales riesgos identificados por el estudio de la Universidad de Chile para la salud humana son:

1. Reacciones alérgicas y de hipersensibilidad. Esto es relevante porque hace necesario el etiquetado de los productos que tengan algún contenido transgénico.
2. Sustancias químicas nocivas que contienen algunos transgénicos, entre ellas a) diversos marcadores como luciferasa; b) sustancias plaguicidas, que inducen efectos agudos, efectos crónicos, efectos diferidos y en especial aquellos causados por el mecanismo del imprinting (proceso celular epigenético en el cual ciertos genes de las células de un organismo son mutilados durante las etapas prematuras del desarrollo del organismo) por exposición prenatal o en los primeros años de vida. Entre estas se puede mencionar el insecticida Bt; c) Diversas lectinas, tales como lectina aglutinina de *Galanthus nivalis*, GNA, que causa proliferación de la mucosa gástrica y cambios ultraestructurales de la mucosa intestinal, unión de la lectina a proteínas de los leucocitos y otros efectos; d) otros compuestos aún no identificados, por ejemplo, la proteínas de soya transgénica cuya ingestión determina cambios bioquímicos y funcionales en los

hepatocitos; e) sustancias químicas nuevas, que causen cambios en las cadenas metabólicas por nuevas enzimas o por cambios en las concentraciones de los sustratos

3. Uso de una mayor cantidad de herbicidas u otros compuestos que pueden pasar a los alimentos. Como ejemplo se cita, las altas concentraciones del herbicida glifosfato encontrado en la soya transgénica de la compañía Monsanto que es resistente a dicho herbicida. La exposición a este compuesto químico está asociado al desarrollo de linfomas no-Hodgkin.
4. Genes de resistencia a antibióticos, que pueden ser transferidos a gérmenes para el ser humano, generando en ellos resistencia a ciertos antibióticos. (ejemplo: genes de resistencia a ampicilina en maíz de Novartis).
5. Faltan sustancias químicas o cambian de proporción por existencia de nuevas enzimas necesarias para la síntesis de nuevas sustancias químicas, que desvían los precursores hacia otra vía metabólica. Por ejemplo, un tomate transgénico puede perder ciertas sustancias como los licopenos, que entregan protección contra el cáncer gástrico. También, la soya transgénica puede presentar una alteración en la proporción de fitoestrógenos contenido en la soya nativa, que son responsables de prevenir el cáncer de mama. Esto es relevante porque se sabe que las mujeres en Japón y China tienen una muy baja incidencia de este tipo de cáncer.
6. Pérdida de potenciales fármacos de origen vegetal (fitofármacos) o de hongos (antibióticos) como consecuencia de la pérdida de biodiversidad (pérdida de especies, de variedades, o de diversos genes presentes en variedades originarias), o de la contaminación con genes transgénicos.

7. Posible transferencia de genes al ser humano, sugerida por diversos trabajos científicos, con mucha controversia al respecto.

Riesgos para la preservación de la Biodiversidad

Los principales riesgos son:

- 1) Desplazamientos por plantas o malezas invasivas
- 2) Desaparición de variedades más antiguas, variedades originarias, diversos genes y compuestos químicos presentes en variedades originarias, como consecuencia de la polinización cruzada con especies transgénicas.
- 3) Desaparición de variedades o cepas más antiguas por falta de cultivo.
- 4) Desaparición de especies (insectos, plantas u otros organismos) por efecto de nuevos compuestos químicos nocivos (insecticidas) o como consecuencia del desplazamiento por especies transgénicas.
- 5) Alteración en especies no transgénicas por transferencia de genes.
- 6) Aparición de microorganismos resistentes a antibióticos.
- 7) Cambios en equilibrios ecológicos.

En el caso de Chile, el paper del Dr. Tchernitchin hace hincapié en la importancia de la protección de biodiversidad de las especies para el desarrollo de nuevos fármacos, nuevos productos alimenticios (prevención de enfermedades), nuevos productos de uso en diversas actividades económicas (productos químicos, pigmentos, fibras, flores ornamentales, etc), ocupación masiva de mano de obra, desarrollo de actividades económicas ambientalmente limpias y sustentables, y contribuir al desarrollo de los pueblos originarios.

Riesgos económicos y estratégicos

Los principales riesgos económicos y estratégicos son:

- 1) Efectos derivados de la pérdida de biodiversidad (revisado anteriormente).
- 2) Pérdida de mercados reticentes a importaciones de productos transgénicos, de especies contaminadas con genes transgénicos o de especies en riesgo de contaminación por provenir de países donde se autoriza el cultivo de transgénicos.
- 3) Menor precio de productos transgénicos.
- 4) Incompatibilidad con el desarrollo de la agricultura orgánica.
- 5) Desarrollo de súper malezas resistentes a herbicidas.
- 6) Patentes y derechos por nuevas especies.
- 7) Dependencia de por vida de los agricultores de un fabricante de transgénicos y de las semillas vendidas por los proveedores.
- 8) Monopolio de los organismos transgénicos.
- 9) Pérdida de la seguridad alimentaria y de la soberanía alimentaria.
- 10) Pérdida de la propiedad de especies o variedades actualmente en cultivo y demandas judiciales realizadas por los dueños de los transgénicos al contaminarse las variedades nativas. Un ejemplo se vivió en Canadá, donde un cultivo de soya tradicional se contaminó con soya transgénica. La empresa propietaria de la patente, Monsanto, ganó una demanda por venta de productos con sus genes patentados, obligando a la empresa perjudicada por la contaminación con los genes patentados a una indemnización para Monsanto.

Existen también consideraciones adicionales que tienen que ver con las patentes y con temas éticos. Surgen las preguntas muy básicas y a la vez profundas tal como a quien pertenece el derecho a la vida, y el riesgo de que unas pocas empresas

transnacionales sean las dueñas de las patentes con el consiguiente monopolio y derecho a cobrar royalties por el derecho de usar nuevas formas de vida creada. Es complicado que el agricultor dependa para siempre del fabricante y cuestiona también la seguridad alimentaria. Se presenta también la interrogante de a quien pertenece el organismo transgénico: a la empresa que lo creó o al país donde se desarrolló.

Se presentan también los siguientes desafíos para los transgénicos: grandes extensiones de cultivos con muy pocas especies y pocas variedades en determinados países, influencia de estos cultivos en la salud, biodiversidad y economía como se revisó

más arriba, transgénicos versus especies subutilizadas, dilema entre agricultura de transgénicos versus agricultura tradicional y su compatibilidad en el largo plazo.

Hay que considerar que existen fuertes intereses económicos relacionados a los transgénicos y que no existen posiciones definitivas porque para cada caso hay beneficios y riesgos, que aún falta mucho por investigar en seguridad económica, ambiental, de salud, y considerar que la dependencia alimenticia de empresas transnacionales puede afectar la seguridad y soberanía alimenticia.



LA REALIDAD DE CHILE Y SU MARCO REGULATORIO

En Chile está autorizado el cultivo de semillas transgénicas sólo para exportación desde el año 2001 (y es por esta razón que aparece en el N° 15 del listado del ISAAA de 25 países que sembraron transgénicos en el 2008).

Chile siembra alrededor de 24.000 hectáreas de semillas de maíz, soya y canola con fines de exportación y la autorización de estos cultivos compete al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). El 90% de las semillas transgénicas producidas por Chile corresponden a maíz.

Chile cuenta con los permisos para investigación de OGM y puede también importar productos transgénicos de otros países y comercializarlos, sin embargo, el país no puede cultivar transgénicos para fines comerciales, ya sea para consumo interno, como para elaboración de productos procesados. Desde 1993 que Chile importa OGM. Por ejemplo, el maíz y la soya que se utilizan para alimentación animal y elaboración de productos para consumo humano se importan desde Argentina, son en gran porcentaje transgénicos. Por lo tanto, a pesar de que no ha sido concluyentemente probado que los productos transgénicos sean inocuos para la salud, los chilenos consumen productos transgénicos importados a diario en forma de aceites vegetales, margarinas, hamburguesas, embutidos y cereales. Las normativas para la importación de alimentos transgénicos procesados competen al Instituto de Salud Pública (ISP).

El país presenta entonces una situación curiosa en lo respectivo a cultivos transgénicos: los chilenos importan y consumen transgénicos, pero los agricultores locales no pueden cultivarlos, porque no se cuenta con un marco legal que permita la producción de organismos genéticamente modificados para consumo y comercialización local.

En palabras de Ricardo Ariztía, empresario y ex presidente de la SNA (Sociedad Nacional de Agricultura): “Podemos importar, pero no producir. Eso es una competencia desleal”. Por otra parte, Hernán Larraín, presidente de la Comisión de Agricultura expresa lo siguiente: “La situación es un absurdo, porque con ella le restamos competitividad a nuestra agricultura y subsidiamos a los agricultores de otros países”.

El último proyecto de ley data del año 2006, es el Proyecto de Ley sobre Vegetales Genéticamente Modificados y será revisado en detalle. Este proyecto sigue a inicios de 2009 en el Congreso y está aprobado en lo general, pero aún pendiente en las Comisiones de Agricultura, Medio Ambiente y Salud.

El borrador del proyecto de ley fue redactado por el Senador de la IX Región de la Araucanía, Alberto Espina, en noviembre de 2006. En su visión, el desregular el uso de organismos transgénicos mejorará los rendimientos en la agricultura, incrementará el empleo y reforzará la industria de biocombustibles, mientras que facilitará la obtención de cultivos más rentables para producir biodiesel y etanol. Los biocombustibles representan una alternativa más limpia que podría reemplazar en parte a los combustibles fósiles tales como petróleo, gasolina y carbón, que no sólo son los principales responsables de la emisión de gases contaminantes, sino que constituyen además fuentes de energía no renovable.

A respecto comenta Flavia Liberona del grupo no gubernamental Ecosistemas: “El proyecto ha sido específicamente diseñado con los biocombustibles en mente, entonces la pregunta es: ¿Resolverán los biocombustibles la crítica escasez energética de Chile? Si la respuesta es sí, entonces: deben ser las especies cultivadas para la producción de

biocombustibles necesariamente transgénicas?”. La ambientalista considera que la moción de Espina ha sido prematura, al no conocerse bien los riesgos e imponderables que podría acarrear.

Por otro lado, María Isabel Manzur junto a la Fundación Sociedades Sustentables, señaló que el Proyecto de Ley estaba inclinado hacia los grandes negocios de alta tecnología, porque sólo beneficiaría a los productores de semillas transgénicas. La Red por Un Chile Libre de Transgénicos por su parte, formada por organizaciones de ambientalistas, consumidores y agricultores orgánicos, han demandado la ratificación del Protocolo de Cartagena para la Prevención de Riesgos de la Biotecnología, el etiquetado de productos genéticamente modificados y la creación de zonas libres de OGM. También solicitan que se les obligue a las compañías productoras de semillas transgénicas la realización de estudios de impacto medioambientales. El Protocolo de Bioseguridad de Cartagena fue firmado por Chile el año 2002, pero aún no ha sido ratificado por el Congreso. El Proyecto de Ley presentado por el Senador Espina no menciona dicho protocolo.

Los ambientalistas advierten que el mayor peligro de la expansión del uso de semillas transgénicas es que las especies convencionales y nativas puedan ser contaminadas con las variantes genéticas. Temen también que la polinización propague

Particularmente en Chile se presenta el problema de la falta de un sistema regulatorio adecuado, la falta de etiquetado diferencial y el hecho de que las pruebas de seguridad son poco confiables. Un elemento incidente serán los acuerdos y convenios internacionales, tratados de libre comercio.

El paper basado en la presentación realizada por el Colegio Médico a la Comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado de Chile concluye que la protección de la salud, la biodiversidad y el desarrollo económico de Chile dependerán de la legislación nacional y de los convenios internacionales que firme Chile con los demás países. De ellos dependerán también los beneficios económicos derivados del uso y explotación de recursos genéticos explotados en el territorio nacional. Sin embargo, mientras no se obtengan

resultados más definitivos sobre los riesgos de propagación y consumo de productos transgénicos, sería recomendable seguir las recomendaciones de la Asociación Médica Británica, quienes en 1999 solicitaron una moratoria indefinida hasta obtener más resultados sobre nuevas alergias, la diseminación de genes de resistencia a antibióticos y los efectos del ADN transgénico. Recomienda también sumarse al principio precautorio adoptado en el Protocolo de Bioseguridad de Cartagena, firmado por 68 gobiernos en Nairobi en mayo del año 2000.

La intervención de la Ministra de Agricultura Marigen Hornkohl en el Seminario “Cultivos Transgénicos ¿Qué queremos como país?” efectuado el 5 de enero de 2009 y organizado por Núcleo Milenio en Genómica Funcional de Plantas resume de manera bastante clara la posición actual de cautela del gobierno de Chile frente a los cultivos de OGM. Esta intervención puede ser encontrada en el Anexo 1 y básicamente establece que habiendo pasado sólo trece años desde los inicios de los cultivos transgénicos, Chile, al menos para el 2009, se mantendrá únicamente la plantación de transgénicos para producción de semillas para exportación. Aún se considera que no ha pasado suficiente tiempo para evaluar los posibles riesgos a largo plazo y que el país todavía no ha investigado lo suficiente al respecto. Reconoce la controversia referida a las oportunidades que presenta el cultivo de organismos genéticamente modificados, sobre todo respecto a la posible contribución de este tipo de cultivos a mitigar los efectos adversos al cambio climático y llama a seguir investigando y evaluando las opciones que tiene Chile al respecto.

La cautela del gobierno responde a la naturaleza exportadora de Chile y a asumir que los productos agrícolas se destinan a diversos mercados del mundo, dentro de los cuales se encuentra el europeo, donde los consumidores tienen percepciones negativas respecto a los cultivos transgénicos. Una superficie importante de cultivos transgénicos podría tener externalidades negativas en la imagen comercial de los mercados más sensibles al tema. En palabras de la Ministra de Agricultura Marigen Hornkohl: “En los próximos años

debemos monitorear más de cerca los cambios de las preferencias de los consumidores de los mercados de destino de nuestras exportaciones. Igualmente debemos dar seguimiento intenso a lo que están haciendo en materia de cultivos genéticamente modificados los países exportadores de alimentos similares al nuestro.

Por lo tanto, la posición del gobierno de Chile es favorable a que existan cultivos transgénicos (sólo en forma de semillas para la exportación), pero a nivel acotado, pero con un incentivo y apoyo gubernamental activo a la investigación en esta área.

La ministra destaca también que la primera generación de organismos genéticamente modificados ha estado centrada en los beneficios para los agricultores y para las compañías biotecnológicas y poco en el consumidor. Los cultivos transgénicos de segunda generación son los que pondrían su atención hacia los beneficios directos al consumidor, como sería el potenciamiento de atributos nutricionales y funcionales, pero aun no están disponibles de masiva, aunque se ha avanzado significativamente en su investigación.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS

I. Estados Unidos

Estados Unidos es el principal productor de transgénicos del mundo con una superficie plantada en 2008 de 62,5 millones de hectáreas que equivalen a la mitad de los cultivos transgénicos del mundo. El cultivo ha ido aumentando debido al crecimiento de mercado experimentado por etanol y por un aumento de 40% en la producción de maíz transgénico entre 2006 y 2007. En el año 2007 los cultivos de soya y algodón GM experimentaron una leva baja. El ISAAA destaca para el año 2007 que el 63% del maíz transgénico, el 78% del algodón transgénico y el 37% de todos los cultivos transgénicos de este país eran el resultado de dos o tres características acumuladas (stacked traits).

En el año 2008, un 85% de las 35.3 millones de hectáreas de cultivos de maíz en Estados Unidos fueron cultivos biotecnológicos y 78% de ellos, cultivos híbridos con dos o tres rasgos apilados. Se espera que el año 2010 Estados Unidos comercialice un maíz GM con 8 genes para varios rasgos (SmartStax® maize). De la misma forma, el algodón

transgénico ocupa un el 90% del área nacional de algodón, con 75% con cultivos de doble rasgo.

El 41% de las 62,5 millones de hectáreas de transgénicos cultivados fueron de características apiladas (75% en el caso del algodón y 78% en el caso del maíz). El componente de más rápido crecimiento de maíz apilado fue el de triple apilamiento entregando resistencia a dos pestes de insectos y tolerancia al herbicida.

Estados Unidos incorporó un nuevo cultivo transgénico, la remolacha RR® con una tasa de 59% sobre el total de superficie de remolacha plantada, según se detalló anteriormente.

En el 2008 la producción de biocombustibles en Estados Unidos tuvo su principal fuente en el etanol proveniente del maíz, con algo de biodiesel proveniente de de cultivos de oleaginosas. Se estima que un 29% del área total de maíz plantada se utilizó en ese año para etanol o unas 8,7 millones de hectáreas. Además, unas 3,5 millones de hectáreas de soya (7% de total del área de soya plantada) se uso para producción de biodiesel, junto con unas 5.000 hectáreas de canola.

Estados Unidos no tiene un marco regulatorio que exija características o condiciones especiales a los transgénicos, más que una inspección previa del FDA (Food and Drug Administration), como a cualquier otro producto alimenticio. Tampoco se exige etiquetado diferenciado a este tipo de productos. Por esta razón está en una disputa con la UE, donde sus productos no pueden ingresar.

II. Argentina

Argentina es uno de los seis países fundadores de la biotecnología agrícola según indica el ISAAA. Comercializó la soya RR® en 1996, año en que se comercializaron transgénicos en el mundo por primera vez. Es el segundo productor de transgénicos en el mundo con 19,1 millones de hectáreas plantadas en 2007 de soya (16 millones de hectáreas), maíz (2,8 millones de hectáreas) y algodón (400.000 hectáreas). Los campos en Argentina son grandes es un país exportador de granos y oleaginosas. Los cultivos transgénicos, especialmente el de soya RR® significaron al país ingresos por US\$20 mil millones entre 1996 y 2005, la creación de un millón de puestos de trabajo (Trigo, E.J. and E.J. Cap 2006. "Ten Years of Genetically Modified Crops in Argentine Agriculture", ArgenBio, Buenos Aires, Argentina).

La rápida adopción de la agrobiotecnología fue el resultado de una industria semillera consolidada, un sistema regulatorio que en la visión de ISAAA entregó un marco responsable y efectivo para la aprobación de OGM y el alto impacto de la tecnología. Los beneficios directos para Argentina: US\$19,7 mil millones por soya tolerante a herbicida (1996-2005), US\$482 millones por maíz resistente a insectos (1998-2005) y 19,7 millones por algodón resistente a insectos (1998-2005).

III. Brasil

Brasil es el tercer país productor de transgénicos en el ranking 2008 entregado por el ISAAA con 15,8 millones de hectáreas, algo superior a las 15 millones plantadas en el 2007. El 2007, 14,5 millones de hectáreas fueron plantadas en soya RR® y 500.000 hectáreas en algodón Bt. El año 2008 Brasil incorporó el maíz Bt por primera vez. Brasil cuenta tanto con pequeños productores como con grandes

predios y para este país es prioritario el alivio de la pobreza.

Brasil experimentó un 30% de crecimiento en siembra de transgénicos entre 2006 y 2007 o unos 3,5 millones de hectáreas, siendo el mayor del mundo en cultivos GM, sin embargo entre 2007 y 2008 solo creció un 5%. Es el segundo productor de soya luego de Estados Unidos y se espera que a futuro sea el primero. Es el tercer productor de maíz, el sexto productor de algodón y el décimo de arroz (3,7 millones de hectáreas), siendo el primer productor de arroz fuera de Asia.

Es el mayor productor de caña de azúcar con 6,2 millones de hectáreas, cuyo uso se divide en partes prácticamente iguales para azúcar y bioetanol. Brasil es el segundo productor de bioetanol en el mundo luego de Estados Unidos y unos de pocos en autoabastecerse en combustibles fósiles tanto como en biocombustibles.

El informe del ISAAA señala que la introducción de transgénicos en Brasil ha sufrido de múltiples atrasos debido a acciones legales y judiciales restrictivas que demoraron la adopción de cultivos transgénicos aprobados. Sin embargo, el ISAAA indica que hoy existe apoyo del gobierno a la biotecnología los que se han materializado en fondos por unos US\$7 mil millones para los próximos diez años (60% público y 40% privado) para la investigación en este campo. En noviembre de 2007, el presidente Luis Inácio Lula Da Silva anunció una inversión de US\$23 mil millones por cuatro años para un "Plan de acción por la ciencia, la tecnología y la innovación", considerando como una de las ideas centrales el apoyo de investigación e innovación en áreas estratégicas y en especial a la biotecnología, biocombustibles y la biodiversidad.

IV. Canadá

Canadá es el quinto país en importancia en el mundo en el cultivo de transgénicos con 7,6 millones de hectáreas cultivadas en 2008, que representan un 6,1% de la superficie global plantada. Los cultivos presentes en Canadá son la canola, el maíz, la soya y la remolacha. Esta última se cultivó por primera vez en el año 2008 por parte de Canadá y Estados Unidos.

Canadá es un país donde se está llevando a cabo investigación genética para nuevas especies de OGM, es un productor de varios años de experiencia en cultivos transgénicos y constituye un mercado bastante maduro en comercialización de ellos. Es uno de los países con mayor cantidad de aprobaciones legales para la importación de cultivos biotecnológicos para usos en alimentación y para liberación en el medio ambiente. Sólo es precedido por Japón (que no cultiva transgénicos, pero si los importa) y Estados Unidos.

Para el año 2006, en Canadá estaba aprobada la comercialización para uso alimentario de las 15 especies transgénicas, de las que sólo una se trata de una fruta, que es la papaya resistente a virus. No obstante, cuando se revisa el caso de la papaya en Hawaii, todavía aparece esperando la autorización de ingreso a Canadá.

- Soya tolerante a herbicida
- Soya con alto contenido de ácido oleico (ácido graso monoinsaturado, que se encuentra en aceites animales y vegetales. Las grasas monoinsaturadas son las más benignas de las fuentes de grasa y son generalmente consideradas seguras porque no causan problemas a la salud)
- Maíz tolerante a herbicida
- Maíz resistente a insectos
- Arroz tolerante a herbicida
- Algodón tolerante a herbicida
- Algodón resistente a insectos
- Papa resistente a insectos
- Papa resistente a virus
- Canola tolerante a herbicida
- Canola con alto contenido de laurato (ácido graso usado en la industria alimentaria, principalmente proviene del coco y el árbol de palma).
- Canola con alto contenido de ácido oleico
- Alfalfa tolerante a herbicida
- Papaya resistente a virus
- Zapallo resistente a virus

Es mandatorio en Canadá el etiquetado especial para alimentos en lo que tenga que ver con consideraciones de seguridad, tales como potencial

de alergia, cambios nutricionales o de composición. El etiquetado debe indicar la naturaleza del cambio y ser entendible, real y no confuso.

La canola transgénica es un desarrollo canadiense, que ha sido derivado desde la el cultivo de la planta tradicional de raps (*Brassica napus L. and B. rapa L.*). La aceptación de la canola en el mercado ha sido asistida por la proliferación de nuevas especies registradas bajo el mandato de la Agencia de Inspección de Alimentos Canadienses (Canadian Food Inspection Agency, CFIA). Las nuevas variedades transgénicas de canola, son evaluadas y aprobadas para registro por un comité nacional conocido como Western Canada Canola/Rapeseed Recommending Committee (WCC/RRC) o Comité Consejero de Canola/Raps de Canadá Occidental. Las aprobaciones legales para los transgénicos están garantizadas por el CFIA (Canadian Food Inspection Agency o Agencia de Inspección de Alimentos Canadiense) y Health Canada , quienes supervisan la liberación limitada e ilimitada de estos productos al medio ambiente. Los variedades de canola transgénica Roundup Ready y Liberty Link fueron registrados por Canadá por primera vez en 1995, mientras que las variedades Navigator aparecieron después.

Los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas ocupaban ya en el 2003 un 55% de la superficie sembrada de canola en Canadá occidental, mientras que la popularidad de estas especies de canola transgénica parece surgir más de las ventajas agronómicas que las económicas.

La Universidad de Alberta ha desarrollado varios programas de investigación sobre todo para la canola transgénica. Según un estudio del Alberta Renewable Diesel Demonstration (ARDD) en Canadá la canola puede ser una fuente de diesel renovable en condiciones de clima frío. La presidenta del Consejo de Canola de Canadá afirma: "Estos hallazgos nos dan la confianza de que Canadá puede incluir los estándares de biodiesel establecidos por el gobierno federal y dos gobiernos provinciales, Alberta y British Columbia".

Los científicos de esta misma universidad fueron quienes encontraron un grupo de genes en el arroz que permite obtener un rendimiento de hasta un

100% mayor en condiciones de sequía severa. Los nuevos genes estimulan a las plantas de arroz a desarrollar raíces más profundas, lo que les permite acceder mejor al agua almacenada en el suelo. El descubrimiento marca la primera vez que este grupo de genes ha sido identificado en el arroz, y puede traer potencialmente un alivio a los agricultores en países como India y Tailandia, donde los cultivos de arroz experimentan severas sequías.

V. India

Según cifras entregadas por el ISAAA, India es el país que siembra la mayor superficie de algodón del mundo con 60 millones de personas relacionadas con la industria algodonera. El año 2002, 54.000 productores plantaron 50.000 hectáreas de algodón Bt, aumentando explosivamente para el año 2008 a 7,6 millones de hectáreas producidas por 5 millones de pequeños agricultores. El algodón Bt ha aumentado los rendimientos en un 31% y ha bajado la dosis de insecticida en 39%, aumentando la rentabilidad de los productores en US\$ 250 por hectárea. El año 2006 el incremento experimentado por los agricultores producto del cultivo de algodón Bt se estima entre los US\$848 millones y US\$1,7 mil millones. La producción de algodón se duplicó e India pasó a ser un exportador. El Ministro de Finanzas de India, dr. P. Chidambaram expresó lo siguiente: “Es importante aplicar la biotecnología en la agricultura. Lo que ha sido hecho con el algodón Bt debe ser hecho con los granos” (Chidambaram, 2007)

Se proyecta que el algodón Bt siga creciendo en India, país donde también hay nuevos productos de biotecnología en desarrollo como la berenjena Bt, que se encuentra en ensayos de campo. Se espera que su cultivo pueda beneficiar a unos 2 millones de productores pequeños y de escasos recursos una vez que se encuentre aprobada.

India está invirtiendo alrededor de US\$300 millones adicionales de fondos públicos

VI. China

China introdujo el algodón Bt en 1996/1997. En 2008 7,1 millones de agricultores plantaron 3,8 hectáreas de algodón Bt (las plantaciones en China son más pequeñas que en India con una superficie promedio

de 0,59 ha por agricultor en promedio)G, lo que equivale al 69% de la superficie total plantada de algodón en China.

Una muestra de 240 agricultores recopilada por el Centro para la Política Agrícola China (CCAP) de la Academia de Ciencias China en doce aldeas de tres provincias (Hebei, Henan y Shandong). El 100% de las familias que cultivo algodón Bt en 2006, lo hizo también en 2007. Algunos de ellos sembraron también algodón no Bt, lo que demuestra que quisieron comparar los rendimientos de los cultivos tradicionales versus los de biotecnología.

Según los estudio del CCAP, el algodón Bt en China aumenta en promedio el rendimiento en un 9,6% y reduce el uso de insecticidas en un 60% y genera un aumento de los ingresos de US\$220 por hectárea, considerando que los ingresos de muchos agricultores chinos no llegan al US\$1 diario.

Con la excepción de algunas variedades de algodón Bt, todos los cultivos impulsados en China han sido desarrollados por instituciones de ese país con fondos públicos.

El arroz es el cultivo alimenticio más importante del mundo y fundamental para las regiones más pobres. China sembró el 2006 29,3 millones de hectáreas (un 20% de la superficie plantada en el mundo) y tiene el programa más importante a nivel global de biotecnología aplicada al arroz, con especies en desarrollo de arroz transgénico resistente a plagas (larvas de lepidópteros) y enfermedades (bacteriosis llamada “bacterial blight”) y está esperando aprobación luego de varios ensayos de campo. El Dr. Jikun Huang del CAP estima que el arroz transgénico aumentaría el rendimiento en un 2-6% y reduciría el uso de insecticidas en un 80% o 17 kg. por hectárea. Se cree que el arroz transgénico podría beneficiar a China con US\$4.000 billones al año.

Los políticos chinos ven en la agrobiotecnología un camino para aumentar su productividad, mejorar la seguridad alimentaria y asegurar su competitividad en el mercado internacional.

En 2008 China comprometió US\$3,5 mil millones para doce años para inversión en I+D en biotecnología de cultivos. El Primer Ministro Wen Jiabao (Presidente del Consejo de Estado/Gabinete de China) indicó lo siguiente al dirigirse a la

Academia China de Ciencias en junio de 2008: “Para resolver el problema alimentario, debemos confiar en la ciencia y medidas tecnológicas, confiar en la biotecnología, confiar en los OGM”. Mientras que el Dr. Dafang Huang, ex Director del Instituto de Investigación Biotecnológica de la Academia China de Ciencias de la Agricultura (CAAS o Chinese Academy of Agricultural Sciences) concluyó que: “Usar el arroz GM es la única manera de satisfacer la creciente demanda de alimentos”.

China busca ser uno de los líderes en biotecnología y cuenta con institutos públicos y gran cantidad de investigadores en este campo, además de numerosos cultivos de transgénicos que están siendo ensayados en campo como arroz, maíz y trigo, como también algodón, papa, tomate, soya, repollo, maní, melón, papaya, pimiento dulce, ají, canola y tabaco.

China permitirá eventualmente la producción comercial de tres importantes granos genéticamente modificados, arroz, maíz y trigo, después de que ha invertido US\$3.500 millones extras en investigación, Por otra parte, China ha comprometido un adicional de 3.500 millones de dólares durante 12 años para investigación y desarrollo continuado de cosechas modificadas genéticamente.¹⁸

SIAAA calculó que el arroz biotecnológico solamente, ya desarrollado y probado en el campo en China, tiene el potencial de incrementar la disponibilidad de alimentos y de lograr ingresos netos de cerca de 100 dólares por hectárea, lo que beneficiará a 440 millones de agricultores y consumidores.

En el año 2006 China empezó a comercializar un tipo de papaya resistente a virus desarrollado por una universidad y plantó alrededor de 3.500 hectáreas. También desarrollaron y aprobaron la comercialización de un pimiento dulce resistente a virus y tomates de maduración retardada.

El primer grano transgénico que se permita en China probablemente sea el maíz que ayuda a animales como cerdos a digerir más del fósforo de ese grano, mejorando su crecimiento y reduciendo la polución ambiental del químico mediante los desechos del animal y restos del fertilizante. Valga, señalar que

¹⁸En Anpros Chile, proyección de Clive James

China es el mayor productor y consumidor mundial de cerdos.

VII. Sudáfrica

Sudáfrica es el octavo productor de transgénicos del mundo con 1,8 millones de hectáreas plantadas en 2007 de maíz, soya y algodón. Adoptó la tecnología transgénica en 1998 y es el único productor de transgénicos en el continente africano y la comunidad de apoyo a este tipo de productos espera que este país sirva de benchmark y capacitador a sus vecinos en este continente. Sudáfrica ya participa en programas en programas de transferencia de tecnología con otros países de su continente con el auspicio de ISAAA y está involucrada en programas de entrenamiento también con países vecinos.

Según detalla el ISAAA, se estima que Sudáfrica mejoró el ingreso de sus agricultores en US\$156 millones entre 1998 y 2006, con beneficios de US\$ 67 millones sólo el año 2006.

Es interesante destacar que los gobiernos India, Brasil y Sudáfrica (IBSA) establecieron una plataforma de cooperación para investigación en biotecnología agrícola. Se espera que esta plataforma facilite el intercambio Sur-Sur para la incorporación de la biotecnología en los cultivos en otros países de África.

Los OGM son cultivados por grandes productores, así como por productores de escasos recursos, y por productoras de subsistencia mujeres.

VIII. Paraguay

Paraguay es el séptimo país en el ranking de superficies sembradas de transgénicos, con cultivos de soya. Plantó 2,7 millones de hectáreas en el año 2008, que pesan un 2,2% del área plantada en el mundo. Esta superficie parece excesiva para algunos por ser Paraguay un país pequeño. La agricultura representa en Paraguay un 17,2% de su Producto Interno Bruto (PIB), mientras que la producción de soya pesa un 8%-10% de ese 17,2%. La soya es el 37,5% de las exportaciones paraguayas, y el 95% de ella es transgénica.

El comienzo de la producción de soya transgénica incrementó la dependencia de Paraguay de las exportaciones. El jurista Ulises Lovera comenta “El país no gana mucho porque mucha de la plata se va

a Brasil, ya que la mayoría de los sojeros y de las empresas agroexportadoras son brasileñas”.

El FMI por su parte presiona al gobierno para lograr un crecimiento superior al de la población, objetivo que sólo puede ser conseguido con el aumento del PIB agrícola, que a su vez depende de la soja transgénica. (Palau, 2004)

Paraguay es el sexto productor y el cuarto exportador de soja en el mundo. La economía paraguaya depende en gran medida de este cultivo, siendo el principal producto que se exporta a la Unión Europea, Argentina, Brasil, Medio Oriente y Canadá.

El cultivo de soja transgénica comenzó alrededor del año 1999, entrando de manera ilegal, traída de contrabando. Hasta fines de 2004 el gobierno no había legalizado el cultivo de soja transgénica y para esa fecha el país ya sembraba 2 millones de soja (tradicional y transgénica), de las cuales más del 50% pertenecían a los “brasiguayos”, que son los latifundistas grandes y medianos que han llegado ilegalmente desde Brasil atraídos por los menores impuestos que pagan por la producción, por el bajo costo de adquirir o arrendar tierras en Paraguay y por el escaso control ambiental que ejercen las autoridades locales sobre el cultivo de soja transgénica. Se encuentran de manera ilegal en Paraguay, establecen sus funciones comerciales ilegalmente y siembran soja transgénica también de manera ilegal. La extensión de la soja transgénica ocurre principalmente en la región oriente de Paraguay, cerca de la frontera con Brasil. Los orígenes brasileños de las prácticas agrícolas usadas en Paraguay han dado origen al término “brasileñización” para describir el fenómeno de la “sojización”.

Al autorizarse el cultivo de soja transgénica, se sitúa al país al nivel de otros que recurren a la biotecnología para competir. Son cuatro las variedades de semillas genéticamente modificadas que se aprobaron (AW7110, AW5581, M-soy7878 y M-soy8080), todas ellas comercializadas por la empresa Monsanto, al igual que el agrotóxico Round Up (marca comercial del glifosato). Esta autorización llega unos tres años o cuatro años después de que empezara a usarse la soja transgénica en Paraguay y

cuando esta soja GM representaba el 60% de la producción total de soja.

César Jure, Presidente de la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), declaró a fines del año 2004: “La medida sitúa a Paraguay en la línea de los países que usan la biotecnología para mejorar su oferta, sin forzar la expansión de la áreas de cultivo”. Jure esperaba que la formalización oficial se extendiera a otros productos de la economía local en búsqueda de mayor competitividad, como el maíz y el algodón, imitando las experiencias de países como India y China.

La economía de Paraguay es excesivamente dependiente de la una única empresa, Monsanto, ya que la mayoría de la soja producida en este país es surtida por esta multinacional, con el riesgo correspondiente de erosión de la soberanía económica y un alto grado de vulnerabilidad. En cifras implica que un tercio de las exportaciones de Paraguay están en manos en Monsanto: como se mencionó anteriormente, un 37,5% de las exportaciones corresponden a soja, y un 95% de ella es transgénica.

Desde el año 2000, el monocultivo de soja transgénica gana terreno a un ritmo preocupante en Paraguay. El resto de los cultivos mueren, la tierra se agota, el bosque retrocede y el desierto avanza. El abogado e ingeniero sociomedioambiental Ulises Lovera declara lo siguiente: “Ningún cultivo monoextensivo es bueno y todos traen desequilibrios medioambientales. El hecho de la gran cantidad de cultivo también hace que aumenten las plagas. La velocidad de avance de la soja es grave porque perdemos porque comenzamos a perder grandes partes de la biodiversidad”. Esta pérdida es consecuencia de la invasión de la soja sobre los bosques primarios, entre otros en la región oriental de Paraguay, cerca de las fronteras con Brasil. Con esta deforestación, hay una pérdida de protección para los ríos, las aguas subterráneas, y el conjunto del sistema hidrológico. El cultivo de la soja a menudo se hace a orillas de los ríos, con lo que se contaminan con los agrotóxicos.

El excesivo uso de plaguicidas y productos químicos afecta a largo plazo el medio ambiente. Lis

Kreytmayr, toxicóloga, explica que “Los plaguicidas son dispersados por el viento, y los llevan a otras regiones. Y después, tenemos la penetración en la tierra de estos mismos plaguicidas que tardan mucho en degradarse”. Uno de ellos, el glifosato, elemento principal del Round Up (el producto usado en el caso de la soya RR), destruye entre otros los cultivos de subsistencia. “La soya transgénica RR tolera el glifosato, pero los cultivos vecinos no los toleran”.

De acuerdo al artículo “La invasión transgénica, Carmelo Ruiz Marrero, 7 marzo de 2005. Programa de las Américas”, con el monocultivo de la soya transgénica vino el uso intensivo del químico glifosato y describe que se repite lo vivido en Argentina: deforestación, contaminación y envenenamiento.

Está el caso de la colonia Ka’aty Mirí, un humilde poblado indígena de 16 familias que está rodeado de cultivos de soya. La Coordinadora Nacional de Organizaciones de Mujeres Trabajadoras Rurales e Indígenas (CONAMURI) denunció que en el 2004 el uso de glifosato resultó en la muerte de tres niños y han causado problemas estomacales y pulmonares a sus habitantes, además de dolor de cabeza y garganta, diarrea y erupciones en la piel. Se han reportado partos prematuros y bebés nacidos con diferentes enfermedades. Los habitantes de esta colonia se quedaron sin acceso a agua limpia, dado que el riachuelo que usaban para obtener agua está ahora envenenado con glifosato.

El boletín de la organización Rel-UITA describe un recorrido por Ka’aty Mirí: “A medida que avanzábamos hacia las colonias, el paisaje iba cambiando drásticamente. Ya casi no quedan bosques ni zonas arborizadas, sólo interminables hectáreas plantadas de soja transgénica. La oleaginosa se erguía en los patios traseros de las humildes viviendas campesinas, casi confundándose con los habitantes de las casas, como si formara parte natural de sus vidas, cuando en realidad resultan una 'visita indeseada'.”

“Las pequeñas plantas (de algodón, mandioca y trigo) luchan por sobrevivir y no morir destruidas por el efecto altamente nocivo de los agrotóxicos, mientras que la oleaginosa goza de buena salud.

Daba pena ver cómo una parte de las hojas del algodón estaban 'quemadas', marchitas y secas por la acción del veneno. Paralelamente, el crecimiento de las plantas de mandioca se detuvo y no pasan de los 10 o 15 centímetros, cuando lo normal por estas épocas es que sobrepasen los 35 centímetros, según comentaron los campesinos.”

En el año 2003 hubo un caso que sensibilizó a la comunidad paraguaya. Un niño de 11 años llamado Silvino Talavera murió intoxicado tras pasar en bicicleta con comida en campos de soya transgénica donde hacían fumigación con el plaguicida Round Up.

La agroindustria ha sostenido una guerra con los pequeños campesinos que ha hallado a su paso. Los labradores, expulsados de sus tierras por la expansión de la soya, específicamente la transgénica, han migrado lejos y se reubican desposeídos en las zonas urbanas agudizando la pobreza en las ciudades, sin tierra para cultivar y escapando de los daños que los agrotóxicos pudieran causar a su salud.

En palabras de Tomás Zayas, director de la CENOCIP “Este modelo de agronegocio provoca una crisis agraria en nuestro país. Esta se demuestra por la migración masiva de los campesinos, la falta de trabajo, el crecimiento del analfabetismo, y el crecimiento de los coronos de miseria en las grandes ciudades y en las pequeñas también”. La sociedad civil paraguaya se ha unido alrededor de las reivindicaciones comunes. Continúa Zayas “La lucha contra la soya, contra los sojeros, contra el agronegocio, contra los agrotóxicos y contra las compañías debe ser entendida como una lucha política, como una lucha anti-imperialista. Debemos plantear un modelo alternativo de desarrollo que tenga como filosofía la defensa de la vida”.

Los campesinos dan una lucha de resistencia. Hay un proceso rápido de desaparición del cultivo tradicional y ellos piden fundamentalmente una entrega de tierras y una entrega de subsidios que habían sido prometidos por el gobierno. Hay una fuerte demanda también para controlar la expansión del área de siembra de la soya.

Las fumigaciones masivas son las verdaderas causantes de este conflicto social que rodea a la soya

transgénica, dado que no permiten que crezca en la zona ningún otro alimento que no sea soya, y está siendo un arma de guerra para expulsar a los campesinos de sus tierras.

A modo de esquema, los paraguayos advierten los siguientes costos asociados el cultivo de la soya transgénica:

- Costos sociales:
 - Migración y desarraigo de comunidades campesinas e indígenas de sus territorios ancestrales.
 - Escuelas rurales suspenden actividades durante las épocas de pulverizaciones de cultivos extensivos que llegan a los predios.
 - No generan mayormente puestos de trabajo en relación a la superficie que ocupa, por la mecanización.
 - Desintegran organizaciones campesinas.
- Costos económicos:
 - Redistribución de ingresos por agroexportación se da en un círculo reducido donde no participan campesinos, sino grandes empresas.
 - Costos sociales tienen impactos económicos altos, comunidades migrantes se desestructuran y engrosan pobreza en zonas urbanas.
- Costos ambientales:
 - Destrucción masiva de bosques directa e indirectamente.
 - Fragmentación de hábitats de importantes especies de animales y plantas.
 - Contaminación de suelo, cursos y fuentes de agua con la incorporación de gran cantidad de agroquímicos.

Las ONG conservacionistas han organizado encuentros de distintos países y con empresarios de la soya para buscar acuerdos para minimizar los impactos medioambientales de su cultivo. Entre ellas está la ONG Alter Vida- Rapal Paraguay.

Según un boletín emitido por la Red por una América Libre de Transgénicos, en Paraguay se estaba utilizando un herbicida extremadamente peligroso llamado 2,4 D en los campos de soya. Los cultivos exigen agrotóxicos más poderosos debido a la

adaptación de las malezas. Es decir, el cultivo de soya RR@ habría aumentado sustancialmente el uso de agrotóxicos, que es exactamente lo opuesto a los argumentos planteados por quienes están a favor de los cultivos transgénicos. La conclusión de esta red es que los paraguayos “conviven en el campo con un veneno mortal que vuela por el aire, se deposita en la tierra, agua y alimentos. La extensión de los cultivos arrasó con la selva, los montes y las tierras de los campesinos e indígenas. Los campesinos son expulsados del campo y los que se quedan corren el riesgo constante de intoxicación a causa de los agrotóxicos que se utilizan. Ya han muerto muchas personas, incluidos niños, a consecuencia de las fumigaciones. Los cultivos de autoconsumo, mantenidos desde tiempos ancestrales, son destruidos o contaminados por el Roundup y otros herbicidas que se le van agregando a éste, al mismo tiempo que se destruye la vida de la fauna terrestre e ic্তícola. El campo es un interminable “desierto verde” donde sólo se planta soya transgénica y donde los agrotóxicos casi no dejan vida vegetal ni animal a su paso.

Otro autor, Tomás Palau¹⁹ denuncia decenas de casos de intoxicaciones, muertes, muerte y contaminación de fuentes de agua, y asesinatos de campesinos por parte de policías como respuesta a acciones de resistencia.

De acuerdo a esta misma organización el precio de las tierras aumentó y hay una total falta de control del gobierno sobre los problemas que acarrea su producción y consumo, continuando las transgresiones a la legislación ambiental y la inoperancia de la Comisión Nacional de Bioseguridad.

Un punto que varias redes de organizaciones no gubernamentales del país advirtieron en septiembre de 2004, con fecha previa a la aprobación de la soya transgénica en Paraguay en una carta dirigida al Ministro de Agricultura de esa época Antonio Ibáñez fue que Paraguay no poseía la infraestructura necesaria para realizar los estudios técnicos y

¹⁹ *Avance del monocultivo de soya transgénica en el Paraguay*

científicos necesarios para las evaluaciones de riesgo.

Las alternativas de desarrollo de la agroindustria necesitan la participación efectiva del gobierno para proteger los derechos sociales y económicos de los pequeños productores campesinos.

Para el director de la CENOCIP, Tomás Zayas una de las soluciones pasa por la reconstrucción de la comunidad campesina. Para el jurista Ulises Lovera “Las soluciones serían una disminución del área de cultivo de soya y un incentivo del gobierno ante los propietarios privados para realizar actividades amigables con el medio ambiente, sin embargo, aquí falta una voluntad política”.

En agosto de 2008, Monsanto afirmó en Paraguay que la nueva variedad de soya transgénica BtRR2 agregará a las anteriores variedades transgénicas, la capacidad de protección contra insectos, pues introducirá el evento Bt (toxina de la bacteria *Basillus Thuringiensis* que elimina larvas de Lepidopteras como orugas y gusanos). Sin embargo, esta bacteria no protegería contra otros insectos plaga de la soya como los chinches, con lo cual se mantendría el uso de insecticidas que en muchos casos son de Franja Roja, como el Endosulfan, que es considerado como Teratogénico (capaz de ocasionar malformaciones a bebés en gestación) por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Así, los detractores dicen que no se disminuiría la cantidad de plaguicidas utilizados como lo postula Monsanto. Esta empresa experimentará primero esta variedad en Paraguay y Brasil a fin de que se lance comercialmente en estos dos países.

Por otra parte, se ha informado que el evento RR@, que contienen todas las especies de soya transgénica registradas en Paraguay, no redujo el uso de herbicidas, sino que hizo que para la desecación de la soya al final de la cosecha se volviera a utilizar Paraquat, aumentándose el uso de este herbicida que no posee antídoto en caso de intoxicaciones y que dependiendo de su formulación es clasificado en Franja Roja o Franja Amarilla. La soya RR@ generó también la aparición de súper malezas como el Kapi'i Pororo que ha creado resistencia al herbicida Round Up. Al respecto el Ministro de Agricultura, Ing. Agr. Alfredo Molinas manifestó lo siguiente:

“plantaciones con variedades de la soya que disponen el evento RR, resistente al herbicida glifosato deben lidiar con la competencia del kapi'i pororo que está resistiendo a las aplicaciones de este agroquímico, razón por la cual los investigadores analizan métodos más adecuados para contrarrestar el inconveniente pensando en utilizar nuevamente variedades convencionales”.

Una mirada a lo ocurrido en este país permite visualizar que el desarrollo de los cultivos transgénicos en ese país ha tenido un escenario sin estructura y con varios efectos adversos por la aparente falta de control.

IX. Unión Europea

El principal productor de transgénicos de la Unión Europea es España con 70.000 hectáreas plantadas. Con la introducción de maíz Bt por parte de Polonia en 2007, el número de países cultivadores de OGM llegó a 8 en la Unión Europea ese año: España, Francia, República Checa, Portugal, Alemania, Eslovaquia, Rumania y Polonia. Todos ellos cultivaron superficies pequeñas de transgénicos.

Luego, en el año 2008 Francia dejó de plantar transgénicos (completar), con lo que sólo 7 de los 27 países de la Unión Europea plantaron maíz Bt para comercialización con un total de 107.719 hectáreas.

Si bien la Unión Europea no presenta relevancia en las cifras de cantidad de países adheridos a este tipo de cultivos, ni en la superficie plantada, sí se muestra importante en el debate de la polémica mundial de liberación, cultivo y comercialización de organismos genéticamente modificados. Es un grupo de países, que salvo España, se encuentra bastante reticente a la adopción de cultivos transgénicos, por consideraciones éticas y legales. Es destacable el caso de Francia que hasta el año 2007 plantaba superficies modestas de maíz GM, pero que el año 2008 prohibió su cultivo.

Por estas razones, el sistema regulatorio de la Unión Europea ha sido incluido en el presente trabajo.

En 1999, la Unión Europea decretó una prohibición de cuatro años contra los alimentos transgénicos y luego, en el año 2002, se establecieron estrictos controles de identificación de este tipo de productos. La política actual de la Unión Europea no

es prohibir ni el consumo ni el comercio de transgénicos, pero sí entregar al consumidor la mayor información posible de lo que está ingiriendo. Hay rigurosas normas que exigen el etiquetado de los OGM (aunque tengan sólo trazas de ingredientes transgénicos), más una cadena especial de ADN que permita el rastreo de los orígenes de productos específicos en casos de enfermedad o contaminación. Japón tiene una disposición similar y es importante precisar que si bien no cuenta con plantaciones de cultivos transgénicos, sí importa algunas especies de OGM.