

CAPITULO IV

La segunda modernización en la agricultura.

Las alternativas para sacar adelante el sector agrícola mexicano, no se reducen sólo a la agricultura orgánica. Se cuenta además con alternativas tecnológicas tales como la biotecnología que bien vale la pena analizar y evaluar su aplicación y manejo en bien de nuestros productores y de la sociedad mexicana en general.

Como resultado del nuevo proceso productivo y los avances tecnológicos que convergen en el sector agrícola, se inscribe una innovadora opción tecnológica que ha venido a transformar la estructura productiva agrícola aun vigente.

Esta nueva relación agrícola, expresa un profundo y revolucionario cambio en la estructura productiva, la cual ha trastocado niveles inimaginables en la reconversión del sector rural. En esta transformación, se inscribe una nueva división laboral, social y económica. De tales magnitudes, que ha trastocado los niveles más íntimos de la percepción humana con respecto a los avances tecnológicos.

La biotecnología, como parte de la continuidad del proyecto modernizador representa la construcción más importante de la ciencia cognitiva en los últimos años. Quizá después de los avances en la micro-electrónica la ingeniería genética o la también llamada biotecnología agrícola representa una de las transformaciones más importantes en la historia de la humanidad.

Como consecuencia de la incursión de la biotecnología agrícola al sector productivo, distintos sectores sociales, políticos y económicos, han generado una serie de debates en torno al empleo y al manejo que se le da en la actualidad y que se le pretende dar en un futuro no muy lejano. Ante esta serie de conflictos, ha surgido una gama de inconformidades tanto de quiénes atacan y quiénes preponderan el empleo, uso y manejo de esta tecnología.

Pero más allá del debate y de la percepción pública que se genera a través de esta. Es importante señalar que esta ciencia, es el resultado de años en investigación que ha tenido como finalidad, ofrecer mayores y *mejores* bienes y

servicios. En un sector, con un amplio crecimiento que esta reconfigurando los cambios sociales y productivos, e incorpora nuevas formas de producción y consumo. En contraste con la agricultura orgánica, la biotecnología si responde a las necesidades y prioridades actuales del mercado y del capital.

(..)Los adelantos tecnológicos y el nivel de conocimiento científicos existentes, crean condiciones para que los seres humanos desarrollen una conciencia de que son el centro del entorno social y natural, de que este entorno puede ser racionalizado y puesto a su servicio. A que esto suceda así contribuye, entre otros factores, el hecho de que la tecnología y que los conocimientos científicos disponibles hagan posible que se desarrolle un fuerte incremento en la productividad y de la producción que permite acabar con los crónicos ciclos de escasez del mundo tradicional (Entrena,2001:227).

En este sentido, la biotecnología abre un abanico de posibilidades para la generación y el desarrollo de una racionalidad formal e instrumental eficaz. Además cuenta con los medios o herramientas para el desarrollo de ésta. La modernización en este sentido, justifica esta serie de transformaciones biotecnológicas en aras que la ciencia avance *para bien de la humanidad*.

Así también, la biotecnología ha acarreado considerables dudas sobre su empleo y manejo. Se debate por mucho su viabilidad económica, productiva, ambiental y quizá el cuestionamiento más importante; debería ser la afección a la salud humana. Estos aspectos, han desatado una serie de reacciones y conflicto en torno a la viabilidad que representa esta tecnología agrícola.

Para Beck, muchos de los nuevos riesgos (contaminaciones nucleares o químicas, sustancias nocivas en los alimentos, enfermedades civilizatorias) se sustraen por completo a la percepción humana inmediata. Al centro pasan cada vez más los peligros que a menudo para los afectados no son visibles, ni perceptibles, peligros que en ciertos casos no se activan durante la vida de los afectados no son visibles, ni perceptibles peligros que en ciertos casos no se activan durante la vida de los afectados, sino la de sus descendientes; se trata en todo caso de peligros que precisan de los "órganos perceptivos" de la ciencia(teorías, experimentos, instrumentos de medición)para hacerse visibles, interpretables como peligrosos(Beck,1998:33).

Frente a esta disyuntiva, es importante tomar en cuenta estos elementos, para que no se susciten consecuencias terribles del manejo inadecuado de una tecnología que mientras no compruebe lo contrario se le calificará como de alto riesgo. Esto no significa, que deje de representar una alternativa tecnológica tanto a productores como a consumidores. Sin embargo, habrá que conocer los pro y contra (ventajas y desventajas) de su empleo.

Biotechnología agrícola: un mito o una realidad

Si bien México fue sede principal de la Revolución Verde, en la actualidad este modelo se encuentra en un proceso de decadencia. Ante el aumento de los precios en los hidrocarburos y su escasez por ser un recurso no renovable, nuevas opciones tecnológicas aparecen como alternativas ligadas a la productividad agrícola.

La Revolución verde, ha dejado de ofrecer rentabilidad a la mayoría de los productores, en parte gracias a la estandarización del mercado y a la volatilidad financiera cada vez más frecuente¹, al no permitir al productor controlar los precios de los insumos y de los cultivos.

El productor queda desprotegido y sujeto a los designios del capital. Al no contar con la autonomía, certidumbre y seguridad necesaria para invertir y producir alimentos. Si a esto se le agrega los efectos adversos de contaminación en el medio ambiente, la polarización regional y social de la estructura agraria podremos entender la gran crisis económica y ambiental que se presenta entre nuestros productores agrícolas.

En la actualidad una de las opciones tecnológicas para el campo es la biotecnología, ésta ha roto paradigmas ya establecidos e inicia un rumbo tecnológicamente nuevo, desembocando cambios de la estructura agrícola². Cambios que vienen a modificar toda la lógica productiva, económica y social del sector agrícola.

¹ Desde luego el sector agrícola no se ha escapado de ésta, y como los precios internacionales de granos y otros productos agrícolas están sujetos a la volatilidad financiera. El control, la especulación y el manejo de éstos se encuentra en manos de unos cuantos, que son los que controlan el mercado agrícola a nivel mundial en la bolsa de Chicago.

² La aplicación de la biotecnología abre la puerta de una gran gama de posibilidades en cuanto a sus usos y sus aplicaciones agrícolas.

México es uno de los países que comienzan a recibir, aceptar y adoptar las nuevas tecnologías como la biotecnología. Por lo cual a continuación se desarrollará lo que se entiende por esta técnica y los avances que se han tenido en los últimos años para posteriormente reflexionar sobre las ventajas y desventajas de ella.

Si bien existen tecnologías como la agricultura orgánica que ofrece opciones al productor agrícola, lo cierto es que la biotecnología se presenta como una promesa para sumar fuerzas a las ya conocidas ventajas comparativas y competitivas, lo que permitirá a ciertos sectores agrícolas de nuestro país diferenciarse de aquellas naciones que no asimilaron la nueva tecnología velozmente.

El progreso tecnológico evoluciona de manera unilineal como la consecuencia natural e inevitable de la ciencia. Dentro de las nuevas innovaciones, la biotecnología aparece como un nuevo paradigma tecnológico global. "La propagación del modelo socioeconómico político-institucional y cultural de occidente industrial moderno avanzado, como referente exógeno de desarrollo (...) se traduce en una nueva manifestación del etnocentrismo expansivo de la sociedad occidental" (Entrena, 2001:230).

Se comienza a experimentar una tendencia de un nuevo modelo productivo más flexible que se centra cada vez más en un sistema que genera productos especializados tales como es el caso de los productos agrícolas que desembocan de la biotecnología.

"El impacto de la biotecnología es tan trascendente que sólo podría ser comparada con los avances de la microelectrónica y la informática por el alcance que estas tecnologías podrían representar a la sociedad" (Chauvet y Casas:1996,835).

Ahora bien, existe la interrogante si dicha tecnología romperá con el patrón agrícola aún vigente, ya que por un lado, se habla que la biotecnología no representa más que la última etapa de la construcción y regulación del entender científico, mientras que por otro lado se menciona que el cambio tecnológico ha sido sobrevaluado por los intereses agrícolas, económicos, políticos, industriales, científicos y financieros que en Estados Unidos de América del Norte han creado. Por lo tanto reafirmamos que las nuevas

biotecnologías aún atraviesan por una fase paradigmática en la que no es posible plantear una prospectiva sobre sus límites y alcances reales.

Lo que si es cierto, es la existencia de un modelo en decadencia y plena transformación³ con las fuerzas que abren paso al surgimiento de un nuevo modelo tecnológico y social para la agricultura, pues la posibilidad de desarrollar las estructuras y funciones de los sistemas biológicos, paso de ser un mito a una realidad. La oportunidad de elevar los rendimientos y la calidad de los alimentos, controlar las enfermedades y plagas en las plantas, vencer la sequía y la salinidad de los suelos, conservar los recursos naturales y el medio ambiente, representan los elementos primordiales que han propiciado que hoy la nueva biotecnología sea una realidad y se presente una opción tecnológica real ante tal coyuntura. Por lo que más allá de las bondades y desventajas que ofrezca en la actualidad esta nueva revolución agrícola, lo cierto es que no es una tecnología que aparece de la *noche a la mañana*. La biotecnología, es una técnica que se remontan a más de seis mil años A.C., que hoy se emplea en nuestro entorno con en un sin fin de aplicaciones en productos de uso diario, los cuales van desde la ropa que vestimos hasta el queso que nos comemos.

Durante siglos, agricultores, ganaderos, panaderos y cerveceros han usado técnicas tradicionales para modificar plantas y productos alimenticios. La biotecnología, emplea organismos vivos, en diversos procesos incluyendo a la industria químico-farmacéutica, la energía, la agricultura y la ganadería, entre otros, lo que ha dado lugar a nuevos productos, al mejoramiento del proceso de producción de bienes ya existentes, o bien a la sustitución de procesos tradicionales por nuevos procedimientos basados en ingeniería genética y otras técnicas biotecnológicas. (Quintero, 1991: 163-164).

En términos estrictos la biotecnología no representa nada nuevo, ya que tanto la utilización de microorganismos en los procesos de transformación tradicionales, así como las prácticas empíricas de selección genética y de hibridación se han usado a lo largo de toda la historia del hombre. Esto ha llevado a distinguir la biotecnología tradicional de la nueva biotecnología. "De manera equivocada, se tiende a asociar los procesos de fermentación con la primera y a la ingeniería genética con la segunda. En realidad la biotecnología esta constituida por el conjunto de técnicas que permiten el

³ El caso de la Revolución Verde.

manejo de los seres vivos y de sus componentes"(Quintero, 1991:64). De esta forma , un sin número de tecnologías basadas en sistemas biológicos se han incorporado o han surgido en lo que hoy se conoce como biotecnología, a través de la utilización de moléculas obtenidas biológicamente, estructuras, células u organismos para llevar acabo procesos específicos ya se para la industria, para el sector alimentario y/o el sector farmacéutico principalmente⁴.

La integración de la microbiología, la bioquímica, la biología molecular y la ingeniería han permitido desarrollar los procesos de investigación. La biotecnología, no es una técnica, sino un conjunto de disciplinas donde trabajan:

*Mecanismos de control y expresión de regulación genética en microorganismos y células utilizadas.

*Ha permitido que las leyes de la bioquímica y la biofísica que regulan el comportamiento de estos agentes biológicos y de sus moléculas.

*La fisicoquímica y los fenómenos del transporte involucrados en las operaciones de propagación, recuperación y utilización de los organismos o parte de ellos.

Estas nuevas biotecnologías, pueden agruparse en:

-Técnicas para el cultivo de células y tejidos

-Procesos biológicos, especialmente los de fermentación y que permiten la inmovilización de enzimas.

-Técnicas en las que se aplica la microbiología a la selección y el cultivo de células y microorganismos

-Técnicas para la manipulación, modificación y transferencia de material genético (Quintero,1991:171).

En lo que respecta a la biotecnología alimentaría, no existe una caracterización universalmente aceptada acerca de ella. Sin embargo, "la podemos entender como la que surge de un campo de la investigación en Pro de la manipulación de los seres vivos⁵ y de su aplicación en el aparato productivo para la elaboración de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad"(Quintero,1991).

⁴ La encomienda ya no es desarrollada sólo por fitomejoradores, a esta nueva técnica se le suman los ingenieros moleculares, quienes podrán detectar, separar e insertar genes que codifiquen cualquier carácter de interés de otra especie (Pengue,2000:26).

⁵ O bien donde se involucre el uso de moléculas de ADN recombinante en fertilización in vitro que implique la transformación genética de una célula eucariótica.

En la actualidad, estas nuevas tecnologías ocupan un amplio espectro en los procesos de trabajo. Gracias a las técnicas y a las ciencias aplicadas, se ha podido alcanzar un alto grado de estandarización en productos y procesos que dinamizan las transformaciones de conocimiento y, alimentan las innovaciones y difusiones de tecnologías.

Dentro de esta rama, se puede distinguir tres generaciones en el desarrollo de la biotecnología:

La primera se refiere al control de los procesos biológicos de fermentación tradicionales para la producción de alimentos y bebidas. Entre éstos encontramos productos como; vino, pan, cerveza, yogur, queso, etc.

Esta primera expresión de la biotecnología fue una parte importante para que el hombre se convirtiera en sedentario y estableciera las bases de la agricultura y de la futura civilización, porque les permitió transformar la materia prima en productos deseados, en esta primera generación lo importante era solucionar la conservación de los alimentos.

La segunda etapa, se caracterizó por los avances en la microbiología, el uso exitoso de mutaciones y selección de cepas para mejorar los rendimientos, los refinamientos de los sistemas de fermentación y el desarrollo de procesos continuos. Esta segunda generación se destacó por el avance y mejoramiento de los procesos de fermentación y entrega de productos con enzimas⁶, hormonas, aminoácidos y vitaminas.

En esta segunda generación las enzimas tiene un sin fin de aplicaciones en materia alimentaría sobre todo en las industrias de aromas, bebidas y frutos. Por ejemplo, los procesos de transformación del algodón, los edulcorantes con elevado poder endulzante, la clasificación de bebidas y la mejora de la coacción de pastas. Son una clara muestra que las enzimas se pueden utilizar de diferentes maneras entre las que destacan la actividad catalítica *in situ*, permitiendo una disminución de costes y un mejor control de la reacción enzimática. Las nuevas y potenciales aplicaciones inmovilizadoras son: la mejora de la cerveza mediante el malteado continuo, la transformación de leche en queso, la conversión de almidón en jarabe de fructuosa, la conversión de aceites vegetales en disolventes orgánicos, y la

⁶ Sustancias naturales que actúan como aceleradores de las reacciones que se producen en el interior de los organismos vivos.

eliminación de la lactosa en suelo láctico. Así también las bacterias lácticas incorporadas propician la elaboración de productos sanos y su conservación a un en temperaturas inadecuadas.

Esta gran heterogeneidad de las técnicas y la amplia penetración en las diferentes ramas del sector productivo, permitió a la segunda generación de la biotecnología elaborar una gran cantidad de productos para la fermentación. Así también en la década de los años cuarenta se produjo una nueva coyuntura al incorporarse la bioquímica a la biotecnología, y ésta comenzó a masificarse con la aparición de los antibióticos en la aplicación de principios y operaciones de la ingeniería química en los procesos fermentativos y de recuperación y de purificación de productos, lo que trajo como consecuencia enormes avances en la tecnología de las fermentaciones. La aparición de una gran cantidad de nuevos productos, entre los que destacan los aminoácidos, los biopolímeros y enzimas de origen microbiano, provocaron el desarrollo de la tecnología enzimática. La cual trajo consigo nuevas aplicaciones.

La biotecnología de tercera generación, también conocida como ingeniería genética y/o acomodación y consolidación, se refiere al desarrollo de las técnicas de inmovilización enzimática y al empleo de combinaciones genéticas. La cual esta basada en los conocimientos adquiridos sobre la célula, la herencia, los genes y las sustancias que la componen. Gracias a ello es posible modificar los genes para lograr que las células realicen funciones para las cuales no están originalmente programadas, esto ha permitido la manipulación del ADN⁷, permitiendo transferir material genético hereditario de una especie a otra⁸ (Chauvet, Casas y Rodríguez:1992).

La ciencias que revolucionaron el uso y manejo de la biotecnología de tercera generación, fue el descubrimiento del ADN, la genética y la biología molecular comenzaron a impactar y a desarrollarse enormemente. En los años setenta y ochenta, fue posible la producción de genes en masa de las materias y trasferirlos a otros organismos que no solamente eran bacterias y levaduras, sino también plantas y animales.

⁷ ADN(ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLÉICO). Sustancia presente en el núcleo de la célula. En esta se encuentra el material genético que es heredado de padres a hijos.

⁸ Aunque no siempre implica insertar genes ajenos, en ocasiones se introducen cambios en la misma estructura genética de la planta.

La tecnología del ADN recombinado desde entonces, se ha orientado principalmente en la producción de proteínas como insulina humana, la hormona de crecimiento y el interferón. El auge farmacéutico parecía que impactaría más que el alimentario. Sin embargo, vemos que los últimos años, el avance de la biotecnología en el sector agrícola.

Hoy en día la biotecnología agrícola se encuentra sustentada en la ingeniería genética, la cual permite la manipulación de genes, para obtener plantas con características específicas en menor tiempo que con técnicas tradicionales. La mejora de las plantas, es con la finalidad de obtener mejores rendimientos.

En los países que cultivan este tipo de plantas reportan ahorro de insumos e incremento en los volúmenes de producción. En el caso de México la dependencia con el mercado mundial, lo coloca a en una posición desventajosa.

México aunque cuenta con una gran diversidad en programas de biotecnología, así como centros, instituciones y universidades que se dedican a la investigación, no justifica que logre todavía una integración entre el gobierno, la industria y las instituciones que se dedican a la investigación. En principio, porque los industriales de la biotecnología ven a las instituciones como un riesgo a sus intereses, además de que el Estado no promueve una relación de cooperación entre ambos sectores (Peritote y Galve-Peritore, 1995:71).

Desde la década de los años ochenta ya se pronosticaba una serie de cambios y transformaciones en la agricultura que impactaría en la producción de bienes y servicios. La nueva tecnología ha dado la posibilidad de ampliar la ganancia a través de productos con un mayor valor agregado, lo cual ha propiciado que la industria de la biotecnología tenga un mayor desarrollo. Un ejemplo, son la comercialización de los organismos genéticamente modificados⁹ (OGM) o transgénicos. México ocupaba el sexto lugar en ventas en el mundo hasta 1997, como se aprecia en el Cuadro No.4.1

⁹ A mediados de los años setenta surge la ingeniería genética y sus técnicas de DNA recombinante que permiten la manipulación de los genes obteniendo en la actualidad plantas transgénicas, lo cual constituye la base de la biotecnología moderna. (Zapata, 2001).

Cuadro No. 4.1
LIDERES BIOTECNOLÓGICAS

EMPRESA	PAIS	VENTAS/MDD
Dupont/Pionner/Monsanto	EU	1800
Novartis	Suiza	928
Limagrain	Francia	686
Advanta	Inlaterra/Holanda	437
AgriBiotech	EU	425
Pulsar/Seminis/Elm	México	375
Sakata	Japón	349
KWS AG	Alemania	329
Tahii	Japón	300

FUENTE: El Universal, 30 de julio de 2000.

Pero no sólo en México se presenta esta tendencia. Según el informe anual publicado por el International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA), un instituto encargado de analizar la evolución de las cosechas de organismos modificados genéticamente en el mundo, éstas han aumentado un 19%, alrededor de 8,4 millones de hectáreas, en el último año. Este resumen recoge que el área de OGM cultivados ronda los 58.7 millones de hectáreas en el 2002, de éstas los Estados Unidos de América concentran el 66% de las hectáreas cultivadas, lo sigue Argentina con el 23% (www.isaaa.org).

En cuanto a la clasificación por cultivos transgénicos en el Cuadro No.4.2. Muestra como la **soja** continúa ocupando el primer puesto con el 62%, le sigue el **maíz** con el 21%, el **algodón** con 12% y la **canola** con el 5% de las has globales totales cultivadas.

Cuadro No.4.2
Hectáreas Globales Transgénicas. Siembras Por Cultivo de
1996 a 2002.

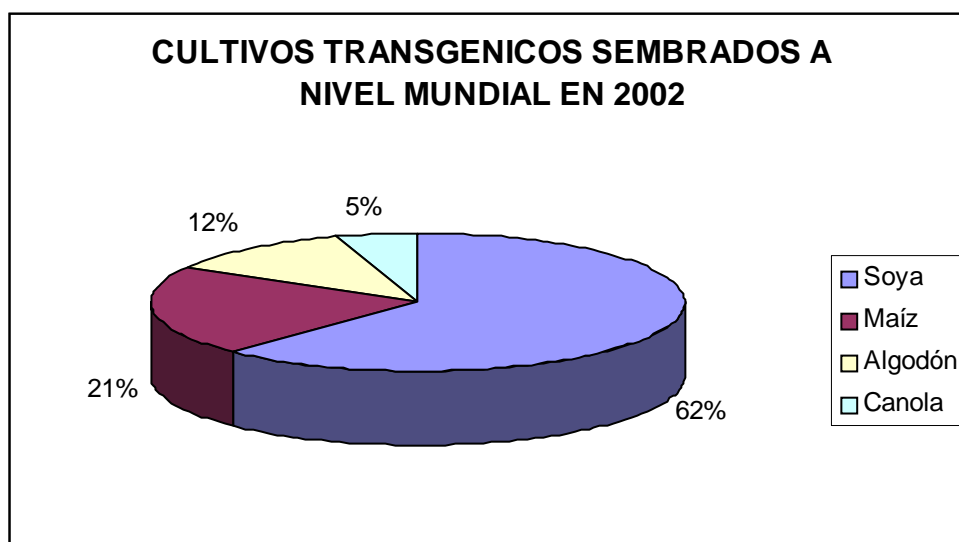
Cultivo	1996 (mha)	1997 (mha)	1998 (mha)	1999 (mha)	2000 (mha)	2001 (mha)	2002 (mha)
Soya	0.5	5.1	14.5	21.6	25.8	33.3	36.5
Maíz	0.3	3.2	8.3	11.1	10.3	9.8	12.4
Algodón	0.8	1.4	2.5	3.7	5.3	6.8	6.8
Canola	0.1	1.2	2.4	3.4	2.8	2.7	3.0
Papa	<0.1	<0.1	<.1	<0.1	<0.1	<0.1	--
Tabaco	1.0	1.6	--	--	--	--	--
Tomate	0.1	0.1	--	--	--	--	--
Calabaza	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Papaya	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Total	2.8	12.8	27.8	39.9	44.2	52.6	58.7

Fuente: www.isaaa.org(2003).

En este último cuadro podemos apreciar como la evolución de los transgénicos se centra en cuatro cultivos. La soya, el maíz, el algodón principalmente y la canola, aunque ésta en menor porción. El auge que han alcanzado en la siembra a nivel mundial rebasa por mucho las expectativas que hasta hace unos 6 años atrás se tenían con respecto al incremento y expansión de los cultivos transgénicos en el mundo. Estas cifras, no son sino el reflejo de la potencialidad y el incremento que pueden alcanzar en el corto y mediano plazo los OGM.

En la gráfica No.4.1., podemos apreciar con mayor claridad la distribución de cultivos transgénicos sembrados.

Gráfica No. 4.1.



Fuente: www.isaaa.org (2003)

En lo que respecta a las modificaciones genéticas más utilizadas por los agricultores, destacan los organismos modificados genéticamente tolerantes a herbicidas los cuales ocupan el 77% sobre los resistentes a insectos 15%. Las semillas que incluyen al mismo tiempo ambas propiedades alcanzan un porcentaje del 8%. www.fundacion-antama.org/j (ver Cuadro No. 4.3.).

Cuadro No. 4.3.
**Modificaciones genéticas utilizadas en los cultivos
 transgénicos 1996-2001.**

CULTIVO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2001
	area	area	area	area	area	area	area
	(mha)	(mha)	(mha)	(mha)	(mha)	(mha)	(mha)
Soya Tolerante a Herbicida	0.5	5.0	14.5	21.6	25.8	33.3	36.5
Maíz Bt	0.3	3.0	6.7	7.5	6.8	5.9	7.7
Canola tolerante a Herbicida	0.1	1.2	2.4	3.5	2.8	2.7	3.0
Algodón Tolerante a Herbicida	<0.1	0.4	--	1.6	2.1	2.5	2.2
Algodón Tolerante a Herbecida Bt	0	<0.1	2.5	0.8	1.7	.4	2.2
Maíz Tolerante a Herbecida	0	0.2	1.7	1.5	2.1	2.1	2.5
Algodón Bt	0.8	1.9	--	1.3	1.5	1.9	2.4
Maíz Tolerante Herbecida Bt	0	0	--	2.1	1.4	1.8	2.2
Total	2.8	12.8	27.8	39.9	44.2	2.6	58.7

Fuente:www.isaaa.org(2003)

Cabría mencionar que el desarrollo de la biotecnología está dado por las estrategias de las empresas y de la industria. La biotecnología moderna, que actualmente se concentra en la ingeniería genética ha sido agrupada por la agrobioindustria. Estas transformaciones han venido a modificar paulatinamente las relaciones agrícolas. Sin embargo, la nueva tecnología enfrenta múltiples cuestionamientos sobre las desventajas que ofrece. Pues por un lado, se afirma la posibilidad de brindar oportunidades, y por el otro, se mencionan riesgos que van más allá de lo económico.

Si bien, los cultivos transgénicos no habían sido comercializados sino hasta mediados de los años noventa, el debate sobre los beneficios y daños no se había dado. En la actualidad, está presente la discusión entre quienes abogan por la ingeniería genética, y quienes la rechazan. Sin embargo, el centro de atención sobre los posible efectos esta acaparado por quienes involucran a la salud humana y al medio ambiente.

Los cultivos transgénicos están desatando una gran polémica y una serie de reacciones sociales, toda vez que los industriales de la biotecnología agrícola no han considerado los efectos sociales, ambientales, éticos, económicos y políticos. Pues su único interés, es obtener las mayores ganancias con la comercialización de dichos productos.

En relación al riesgo/beneficio que origina el uso de la biotecnología, arrastra diferentes efectos, sobre todo los que engloba a los medios socio-económicos y agronómicos, pues éstos pueden variar. Lo que bien es cierto es que la sociedad demanda conocer los principios de la genética, la selección vegetal, y la evaluación del riesgo con la finalidad de juzgar, el sobre impacto de estas nuevas plantas en el medio ambiente.

Una de las mayores controversias que se han generado entre la sociedad en general y el medio científico, ha sido en relación al uso de la manipulación genética la cual se suscita a partir de la introducción o importación de genes de una variedad a otra. Desde este punto, parte la discusión si el empleo de esta tecnología es viable para el medio ambiente, para la salud humana, para la mejora en la calidad de los alimentos, así como la viabilidad económica que ofrece esta tecnología al productor agrícola.

El debate sobre las ventajas y desventajas que ofrece esta nueva tecnología ha rebasado las fronteras nacionales. La sociedad civil organizada, las ONG, los grupos ambientalistas y los consumidores informados tanto en países desarrollados como en economías emergentes como la nuestra, señalan su preocupación por las posibles afecciones y/o daños al medio ambiente y a la salud humana como resultado del empleo, uso y manejo de los OGM. Esta serie de reacciones sociales se ha concentrado sobre todo en los riesgos que podrían generarse, pero también esta la otra corriente quienes hablan sobre los beneficios que estos cultivos pueden representar.

En un país como el México, que posee una de las mayores diversidades, y además, es centro de origen de diversos cultivos y variedades vegetales. Estos elementos le dan un toque especial a la polémica que se ha generado sobre el manejo y empleo de los OGM.

La relevancia de los riesgos y la técnica

Desde luego, el conocimiento una vez que existe, no puede ser ignorado al interior de otros sistemas funcionales una vez que se sabe relevante. El riesgo como proyecto tecnológico, refleja la producción de nuevos conocimientos. En el caso de la biotecnología, representa el mejor ejemplo de la ciencia. La ingeniería genética como productora de riesgos se convierte en receptora de nuevos problemas que aparecen de cara a las indeseadas consecuencias de sus realizaciones técnicas.

"En cuanto se aplica el conocimiento, éste puede conducir a daños que en retrospectiva pueden hacer aparecer erróneo al aplicar el conocimiento. En el contexto de la aplicación, esto significa un riesgo" (Luhmann,1992:259). O bien, la emergencia de una serie de riesgos que pueden desembocar en una mayor complejidad de la ciencia misma.

Efectivamente, la técnica al introducir un corte al mundo genera dos lados relevantes: La esfera de la técnica controlable y la técnica no controlable. A partir de esta segmentación, se toma una serie de decisiones que generan por un lado conflicto, y por otro, "resulta evidente que el riesgo se convierte en algo reflexivo" (Luhmann,1992:140).

En efecto, una de las inducciones que se han desatado ha sido el conflicto como consecuencia de los intereses que existen, pero por otro lado, también se ha generado una profunda reflexión que converge en un examen, donde se intenta valorar las ventajas y desventajas que encierran estos organismos transgénicos, que se han convertido en materia de debate.

Esta dicotomía, positiva y negativa que se genera entorno al empleo de los OGM, se convierte en un laboratorio social donde el trabajo sociológico, resulta imprescindible para entender a una sociedad moderna que enfrenta sus propios límites y sus consecuencias como resultado de la operatividad irracional de la técnica.¹⁰

¹⁰ "La Técnica no conoce límites: ella misma es un límite, siendo posible que en última instancia, no fracase ante la naturaleza, sino ante sí misma" (Luhmann,1992:140).

De este modo, cabría apuntar los riesgos que presenta la biotecnología en el marco de una modernidad inacabada que se caracteriza por la creación de riesgos continuos.

Riesgos al medio ambiente

Uno de los temores principales, apuntan hacia las técnicas de manipulación genética, las cuales pudieran dar lugar a la expresión inesperada de genes que han sido alterados se teme que los transgénicos rompan el equilibrio de los ecosistemas y afecten la biodiversidad¹¹. Pues se habla que los transgénicos aceleraran la erosión genética y reducen la posibilidad de adaptación de las plantas cultivadas a las variaciones climáticas y a la diversidad de los ecosistemas.

Por otro lado, "los monocultivos transgénicos uniforman genéticamente la agricultura y generan la posibilidad de destruir otras plantas y animales" (Pengue, 2000:24)

Otra preocupación es el riesgo del flujo génico de los cultivos transgénicos. El flujo génico es el componente principal de la estructura poblacional porque determina, hasta que punto cada población local de una especie es una unidad evolutiva independiente. Si existe una gran cantidad de flujo entre poblaciones locales, entonces todas las poblaciones evolucionan juntas; pero si hay poco flujo génico, entonces las poblaciones evolucionan independientemente, por eso el interés de que los cultivos transgénicos lleven ese flujo a otras plantas.

Los OGM resistentes a herbicidas, puedan trasladarse a plantas. Por lo cual se teme que desarrolle resistencia y se creen malezas, ello propiciara el uso de herbicidas más potentes afectando al medio ambiente. En otro aspecto, los OGM resistentes a insectos que se les introduce la toxina Bt, aseguran algunos grupos ambientalistas, pasan toxinas al suelo y afecta microorganismos que reciclan los nutrientes de las plantas, o destruye las bacterias que fijan el nitrógeno del aire y permiten la fertilización natural de las leguminosas. Se comprobó que cultivos de maíz y algodón transgénicos, generaron resistencia creciente en algunas especies de mariposas cuyas larvas empezaron

¹¹ Las semillas creadas genéticamente eliminan a las semillas naturales y, por la polinización de ellas, se mezclan con los vegetales naturales creando especies estériles o débiles o que contienen tales características de los OGM: resistencia a los herbicidas, riesgos para la salud humana y animal, etc. Con el uso de químicos, herbicidas y pesticidas, las semillas transgénicas podrían eliminar la biodiversidad(Pengue, 2000).

a atacar a estos y otros cultivos y plantas silvestres (Pengue, 2000).

La contaminación genética que supuestamente producen los transgénicos por medio de la polinización o el viento. Puede debilitar a otras plantas y animales haciéndolos mas vulnerables a plagas o enfermedades, eliminando la biodiversidad. El uso de agrotoxicos y transgénicos eliminan a otros organismos e insectos alterando la biodiversidad y los microecosistemas. Un ejemplo, es la investigación realizada en universidades de los Estados Unidos, como fue el caso de la Universidad de Cornell, el investigador Jhon Losey, demostró que el maíz Bt(Bacillus Thuringiensis) mata las larvas de la mariposa monarca.

Al introducir las endotóxicas a la semilla transgénica, la planta al desarrollarse dispersa el polen por medio del viento, cuando el polen de la planta del maíz dispersa este polen, en la tierra o en otras plantas. Alrededor de estas plantas comúnmente se encuentran las orugas o bien donde se desarrollan las larvas de la mariposa monarca que después se convierte en oruga, así una vez que las orugas se comen las plantas donde cae disperso el polen éstas al ingerirlo mueren¹²(<http://www.news.cornell.edu/releases/May99/Buterflies.bpf.html>).

Aunque también hay que reconocer que otras visiones se contraponen dicho estudio, pues afirman que dicha investigación fue manipulada. (<http://www.monsanto.es/noticias/septiembre99/nebraska20sept.html>) y(Chesson y Philip,2000: 23-31).

Otro aspecto importante es que las nuevas plantas resistentes a insectos, pueden acelerar en un momento dado la aparición de plagas resistentes a insecticidas biológicos¹³. En cuanto a las modificaciones introducidas en algunas plantas para que produzcan una toxina venenosa para ciertos insectos, puede ocurrir que dañen también a aves e insectos beneficiosos, o incluso a personas alérgicas a esas

¹² Al serle alterados los genes a la planta, actúa como un pesticida «natural», de este modo actúa como devoradora de ésta gramínea.

¹³ Plantas Bt: Son las que llevan un gen de B.thuringiensis con la información para fabricar proteínas insecticidas. Como fabrican su propia protección, no es necesario rociarlas con otros insecticidas. En Estados Unidos, el cultivo de algodón Bt ha permitido disminuir en un 50 por ciento la aplicación de insecticidas convencionales. En Argentina se cultivan maíz y algodón Bt. www.cuencarural.com.ar/agricultura/ag000012.htm.

sustancias con lo que se obtendría un efecto contrario al deseado.

Estos efectos al medio ambiente, generan una profunda preocupación, pues más allá de que los riesgos que puedan representar al productor, el sólo hecho de perder algún tipo de variedad vegetal. Cuestiona por mucho, la viabilidad de la aplicación tecnológica de esta nueva disciplina.

Ejemplo de ello, es el debate creado en México sobre la contaminación de variedades silvestres y criollas específicamente el caso del maíz, donde este presente un flujo génico que pueda alterar a los parientes silvestres de este grano con el empleo y manejo de los organismos transgénicos.

Tomemos como punto de partida el maíz, en principio, porque somos centro de origen de esta planta y de la existencia todavía de sus parientes silvestres el teocintle y el tripsacum. Al teocintle se le atribuye gran influencia en la variabilidad y formación de las principales razas de maíz de México. De este modo, nuestros campesinos han llevado a cabo cruces de las 16 razas principales de maíz de las que se derivan cerca de las 300 variedades, entre las cuales están las que mejor responden a la competencia con hierbas silvestres, a los ataques de plagas o a condiciones climáticas adversas¹⁴(Ortiz,1999).

Existe una preocupación creciente cuando se pasa de una escala experimental a una comercial, ya que es posible perder el control sobre los cultivos transgénicos. Debido a que el maíz se reproduce por polinización abierta, es decir que una planta necesita del polen de otra para ser fecundada y dar fruto. El intercambio de polen permite que se mezcle la información genética de diferentes variedades de maíz y que los nuevos frutos adquieran ciertas características heredadas de sus padres y en caso de flujo génico de un maíz transgénico a las variedades criollas no se sabe con certeza cuales pueden ser las consecuencias.

En este caso, la diversidad de maíz con la que cuenta México contribuye a la construcción de la soberanía alimentaría en México y garantiza la conservación de la

¹⁴ Poseedores de este conocimiento, los agricultores de Mesoamérica, desde tiempos inmemoriales seleccionan y clasifican las semillas que, en sus cosechas, presentan características favorables de adaptación a cierto ambiente y a su cultura.

especie para el mundo. Por lo tanto, nuestra responsabilidad es mayor porque sobre nosotros recae la responsabilidad de cuidar y salvaguardar esta planta ya que no sabe cuales pueden ser las repercusiones de maíz en relación con un maíz transgénico. Por lo tanto, es imprescindible crear una normatividad en el uso de transgénicos ya que en la actualidad en nuestro país, es necesario que los representantes de las cámaras aceleren la creación de una Ley de Bioseguridad y se reglamente el uso de estos nuevos cultivos desde el laboratorio hasta su comercialización.

Uno de los principales argumentos y justificaciones más suscitadas de la presencia de la biotecnología en la agricultura por parte de las grandes empresas biotecnológicas mundiales es abogar por mejores rendimientos, mejorar la calidad de alimentos y tener un mayor cuidado en el medio ambiente, así como impulsar un proyecto modernizador que revolucione a el campo. Esta estrategia no sólo se traduce en ofrecer beneficios al productor agrícola, sino también enormes ganancias a las empresas multinacionales de agroquímicos y semillas por medio de la dependencia y derechos de propiedad intelectual o patentes¹⁵.

La privatización del conocimiento genera un acceso limitado a las semillas modificadas genéticamente por la protección de patentes, dado que limita en gran medida la posibilidad de que el productor agrícola emplee esta biotecnología para su beneficio, debido a los altos costos que este tipo de semillas representan. Tan es así, que empresas como Monsanto controlan el 70% de la producción de semillas de variedades comerciales de maíz y ésta puede reemplazarlas con transgénicos en cualquier momento. Lo que representaría un duro golpe al productor agrícola. Poniendo en jaque la sobrevivencia de la economía campesina.

Un aspecto, que es importante señalar, es que esta presente un monopolio en el desarrollo de la biotecnología. Esto representa un riesgo exponencial, porque se esta dejando en manos de unos cuantos el impulso de la ciencia como tal, así como la toma de decisiones sobre su alcance, límites, prioridades e intereses en manos de una élite. En este sentido, se requiere de una racionalidad científica como exigencia de cambio generalizado, que permita ofrecer resultados claros sobre los impactos y riesgos que de éstas

¹⁵ La propiedad intelectual se presenta como un factor que influye en la evolución y desarrollo reciente de la Biotecnología.

se suscitan. Para de este modo, crear candados a los ostentores de la biotecnología, para que no la manejen de acuerdo a sus intereses y fines, y por otro lado crear en la opinión pública un nivel de reflexión más amplio acerca del manejo irresponsable de la tecnología.

Tal es el caso, que la ciencia habla de si misma, como si se tratara de un tercero. Constata que se le percibe como algo arriesgado y peligroso, como sino fuera asunto suyo. Pero ello no ve tampoco ninguna razón para cuestionar si en última instancia la misma investigación sobre el riesgo es o bien arriesgada o bien peligrosa, al aportar, por ejemplo, argumentos para que en el futuro las investigaciones mejor se suspendan o, por los menos se regulen y así se limiten, a costa de la autonomía del sistema científico (Luhmann,1992:263).

Sin embargo, esa racionalidad ha estado marcada y codificada por el respaldo de la ciencia. Finalmente ésta es quién en última instancia define lo que es correcto y/o viable para su desarrollo. Así también, define los parámetros de riesgo que son tolerables. En sentido, "(..) Quizá el conocimiento siga siendo conocimiento seguro en el sentido del funcionamiento seguro de la construcción; pero tratándose de una descripción de la sociedad en su totalidad, hace tiempo que ya no sirve de indicador"(Luhmann,1992:261). E incluso, para la percepción pública, el conocimiento científico, ha dejado de ser un referente confiable.

Por lo tanto, esta nueva tendencia que genera y crea más conciencia en la sociedad, es consecuencia de: "La generalización de la ciencia reflexiva, que permite percibir y cuestionar el abuso de la racionalidad científica"(Beck,1998:207).

Sin embargo, las empresas biotecnológicas con el fin de afianzar sus intereses e inversiones, hacen caso omiso de esta percepción pública y recurren al uso de semillas transgénicas llamados "Terminator" o "Traitor", pues a través de éstas las empresas regulan sus derechos de propiedad intelectual. Es decir, con este tipo de transgénicos se desarrollan cultivos que generan esterilidad después de una primera y última generación. De esta manera, las empresas biotecnológicas garantizan que los productores no guarden las semillas para que las utilicen nuevamente, pues éstas a diferencias de las semillas híbridas que si se podían utilizar en segundas y terceras generaciones aunque con menores rendimientos, imposibilitan la independencia del productor, obligándolo y forzándolo a utilizar estas semillas

"Terminator" año con año. De este modo, los alimentos transgénicos eliminan la autonomía y la soberanía alimentaría.

De esta forma, no sólo se esta generando una dependencia tecnológica, sino también una dependencia económica. Pues por un lado, se obliga al productor agrícola a depender de este tipo de tecnología, y al momento que el agricultor se integra a esta lógica producción se le vuelve dependiente de ésta, y en el aspecto económico, también crea una dependencia permanente al tener que estar supeditado a los ciclos de producción y a los ciclos económicos que tiene definidos y estructurados la biotecnología.

Estos aspectos mencionados, representa un agudo factor de riesgo sobre todo para el pequeño y mediano productor, porque ponen en trance su permanencia como productores agrícolas. En principio, porque este tipo de tecnología bajo la lógica de mercado no esta contemplada para integrar este bajo perfil productivo, porque no tiene la capacidad económica para utilizar esta tecnología. Por lo tanto, el riesgo de ser absorbidos por esta nueva oleada tecnológica, parece inminente. Pues al no cumplir con el perfil modernizador agrícola corren el riesgo de desaparecer o en el mejor de los casos permanecer como productores de infra-subsistencia.

Pero también, existe una contraparte para la biotecnología, debido a que existe el riesgo que esta práctica biotecnológica no se generalice, y/o que este tipo e tecnología no responda a las necesidades climáticas, orográficas e incluso políticas de la región o localidad donde se desarrolle este tipo agricultura, y el productor agrícola convencional, no permita la imposición de este tipo de tecnología agrícola. Precisamente este tipo de resistencias civiles, ONGS, grupos indígenas entre otros, tanto a nivel local como global, están dispuestas a no aceptar tecnologías que comprometan y afecten sus recursos y su permanencia como agricultores.

Ejemplo de ello, es la contaminación genética de maíces criollos. Como ya se mencionaba con anterioridad y a consecuencia de la introducción de transgénicos en el estado de Oaxaca. Dicho flujo génico que se da entre los maíces desembocó en la contaminación de variedades criollas. Esto desde luego, pone en riesgo la permanencia y vigencia de los productores, pero también un recurso que por miles de años se

ha cuidado y seleccionado. Esta organización de la sociedad civil, intenta poner un freno al peligro que desentraña el empleo de la biotecnología. Pero también fincar responsabilidades y restitución del daño causado por los efectos causados.

"(...)la investigación del riesgo sigue las huellas de las preguntas de hostilidad técnica gracias a la cual ha experimentado un fomento material inesperado(...)Sin racionalidad social, la racionalidad científica esta vacía; sin racionalidad científica, la racionalidad social es ciega"(Beck,1998:36).

En este sentido, esta conciencia que se generaliza, puede detener un proyecto tecnológico que no acaba por consolidarse. Este aspecto también representa un factor de riesgo para la biotecnología, porque frena su desarrollo. Pero también, queda claro que no se puede prescindir de la ciencia aunque ésta genere peligros y daños que en algunos casos pueden ser irreversibles.

Riesgos a la salud humana

Otro de los riesgos que más se menciona y que más incertidumbre se han generado sobre la percepción pública, es la posible afección a la salud humana.

Se ha mencionado mucho al respecto sobre los posibles riesgos que representa el consumo de OGM al individuo. Sin embargo, hasta el momento no se ha comprobado científicamente del todo las consecuencias reales que representa para el organismo humano el consumo de éstos.

A pesar de que no existen evidencias claras que muestren lo contrario, han surgido una serie de afirmaciones que enfatizan en afirmar los efectos contraproducentes que produce el consumo de los llamados alimentos trasngénicos.

Muestra de esta serie de afirmaciones, es lo que se menciona acerca de los genes marcadores de resistencia a antibióticos, los cuales se usan en el proceso de transformación genética. "Se teme que, al ingerir estos productos crudos, como pueden ser los que se destinan al consumo animal, y que a través de la cadena alimentaria, éstos transfieran la información genética a patógenos del humano, los cuales se volverían resistentes a dichos

antibióticos" (Massieu, Chauvet, Castañeda, Barajas & González, 2000:148).

Los hechos hasta el momento, no han hecho evidentes esta serie de afirmaciones, sin embargo, si es recomendable que las nuevas generaciones de cultivos transgénicos tengan otro tipo de marcadores de selección que aseguren la no transferencia de patógenos al cuerpo humano. Pues los efectos y los peligros que pueden desencadenar, el hecho de crear resistencia a antibióticos es suprimir la posibilidad de curar enfermedades que sólo son curables con este tipo de medicamentos.

Consumir productos transgénicos puede ocasionar la resistencia a los antibióticos¹⁶. Por otro lado, se habla que la introducción de nuevas proteínas a los alimentos puede aumentar la potencia de algunas sustancias tóxicas que ya existen en los alimentos. Otras sustancias del cuerpo que protegen contra el cáncer podrían verse disminuidas. Existen pruebas científicas de la acción cancerígena de los niveles actuales de residuos de glifosato permitidos por ley, mientras quien produce este herbicida, Monsanto, exige que se multiplique por diez el nivel de residuo permitido en la soya transgénica resistente a este herbicida (www.foodforchiapas.net/Spanish/noticias/biodiversidad/bolec235.htm).

Alterar el metabolismo de los cultivos puede afectar su contenido nutritivo de éstas. Por lo tanto, introducir códigos genéticos de una proteína que nunca estuvo presente en el organismo humano y que probablemente, nunca estuvo presente en la cadena alimenticia de los seres humanos acarrea riesgos como la alergia. Estas alergias pueden ser consecuencia de los alimentos modificados genéticamente pueden ir desde un dolor intenso, hasta problemas en la respiración y llegar a ser mortales. También, se presentarían consecuencias menos severas; sarpullido, sensación de malestar y malestares gastrointestinales como diarrea y estreñimiento. Estos síntomas pueden durar horas o días e incluso pasar inadvertido para los exámenes típicos para la detección de alergias. Ahora bien la alergia a los alimentos es un problema particular entre los niños pequeños y bebés, sobre todo, son más vulnerables y les puede ocasionar problemas de alergia de por vida, así como problemas de aprendizaje y comportamiento

¹⁶ Los caballos alimentados con transgénicos han mostrado alteraciones del sistema inmunológico y en diversos órganos vitales. Como consecuencia de introducir genes extraños en los alimentos, se pueden padecer alergias a los alimentos.(Herbert, 2002).

neuronal¹⁷. Los efectos tóxicos de los alimentos genéticamente modificados pueden ser letales o casi letales. Ahora bien, más allá de estos testimonios, no existen evidencias que los alimentos genéticamente modificados son seguros y saludables, ni tampoco lo contrario, pues no existen programas de seguimiento de sus efectos sobre la salud humana es posible que este tipo de alimentos tengan efectos crónicos de largo plazo en la salud humana (Herbert, 2002:2).

Por ejemplo, si un gen animal se introduce en una variedad vegetal, se habla de que puede traer graves consecuencias su consumo, en la salud humana. El fríjol transgénico de EMBRAPA (Empresa Brasileña de Pesquisas Agropecuarias) que contiene un gene extraído de una castaña causó en los Estados Unidos reacciones alérgicas a los consumidores. Las investigaciones realizadas en 1998 demostraron que la papa transgénica contiene genes que producen lecitina (proteína que destruye las células del sistema inmunológico), por lo que puede influir y modificar el metabolismo humano. Durante cien días, el investigador Arpad Pusztai, comprobó que el alimento a ratas con estas papas transgénicas el crecimiento de las ratas fue retardado y menor resistencia a las infecciones (www.rebellion.org/ecologia/chiapas250301.htm).

Toda esta serie de perjuicios de los que se menciona generan una infinidad de dudas e imprecisiones. Sobre todo cuando el ser humano es el que está *en el ojo del huracán*. Si existe la posibilidad de que haya daños y/o riesgos en el medio ambiente o en la economía, éstos pueden ser tolerables o incluso pueden pasar desapercibidos. Pero cuando se habla de los riesgos que acarrea el empleo de esta tecnología en el ser humano, genera una perplejidad tal que despierta la conciencia en la sociedad. Quizá el caso de América Latina no es el mejor ejemplo aún, pero en el caso de Europa se ha despertado una inquietud por conocer las afecciones y riesgos que el empleo de las tecnologías contemporáneas representa para el ser humano.

Efectivamente, existe una nueva tendencia que genera conciencia y revalora la viabilidad de esta técnica en función de: "Los daños causados al medio ambiente y la destrucción de la naturaleza causada por la industria, con sus diversos efectos sobre la salud y la convivencia de los seres humanos, que se caracteriza por crear una nueva forma del pensamiento social". (Beck, 1998:31). Es decir, todo el

¹⁷ Se ha hecho investigación sobre los alimentos genéticamente modificados y sus efectos sobre los niños pequeños u otra población vulnerable como los enfermos o personas adultas de la tercera edad tiene problemas con su sistema inmunológico (Herbert, 2000).

reparto de sustancias nocivas, venenos, daños al medio ambiente, en los alimentos etc. La ciencia los justifica.

Por ejemplo, si existen afecciones en el hígado por el consumo de maíz que contiene la tóxina Bt (Bacillus Thuringensis) y si se ha comprobado sus afecciones y el grado de riesgo que ésta representa, la ciencia codifica y asume como propia este tipo de afección, pues si a su juicio, considera que no representa un riesgo exponencial, define los parámetros de operatividad de ésta y le crea sus propios límites y el grado de riesgo que supuestamente representa, y aunque llegara a reconocer que existe un grado de riesgo, aminorará su grado de peligrosidad y justificará su aplicación en aras de que ésta sea benéfica para el ser humano. De este modo, esa tolerabilidad del riesgo la ciencia lo amortigua, lo codifica y lo incorpora a y el consumo de maíz BT por citar un ejemplo, y acaba por convertirse en una tradición inventada. De esta forma se legitima la incorporación de la tecnología a nuestro consumo.

Bajo estas premisas, se han incorporado insumos que en su momento representaban un riesgo exponencial a la salud humana. Es el caso de la aplicación del DDT, en cuantiosos cultivos. Cabría recordar que en su momento, la ciencia afirmaba este tipo de insumos, no representaban un riesgo dañino al organismo humano. Actualmente los efectos como consecuencia de la aplicación de DDT demuestran lo contrario. Es decir, la ciencia nunca medio las consecuencias. En cambio, si ha preponderado los intereses por encima de las repercusiones que actualmente se presentan.

"En este sentido, el tratamiento científico de los riesgos del desarrollo industrial queda remitido a las expectativas sociales y a los horizontes axiológicos, igual que al revés de la discusión social y de la percepción de los riesgos queda remitida a argumentos científicos" (Beck, 1998:36). Finalmente, el ser humano está condenado a los designios de ciencia, ésta es la única aval de lo que plausible y de lo que no lo es.

Ahora bien, Beck enfatiza continuamente que la ciencia en general tiene un grave problema. Desde su punto de vista, "investigaciones que parten únicamente de sustancias nocivas individuales jamás puede averiguar la cantidad de sustancias nocivas en el ser humano. Lo que pueda ser "no peligroso" en relación a un producto individual, tal vez sea extremadamente peligrosos en el "receptáculo del consumidor final" (..) una

análisis de las sustancias nocivas basado en la naturaleza y en el producto no esta en condiciones de responder"(Beck,1998:32). Efectivamente, se trata de definir cuando al envenenamiento no se le puede llamar envenenamiento y a partir de que límites se le puede llamar así. En ese sentido, se tendrán que crear valores de tolerancia.

Sin embargo, "el silencio de la reglamentación sobre los valores límite de la tolerancia, sus "lagunas" son sus manifestaciones más peligrosas" (Beck,1998,73). Aquí lo que cabe resaltar es porque estos fenómenos no han sido codificados con la claridad suficiente para ordenar y liberar toda incertidumbre de riesgo posible.

Es muy claro, que las pretensiones de la racionalidad científica o no científica de quienes están en pro o en contra de la aplicación biotecnológica, compiten y luchan de manera conflictiva por su preeminencia. Entonces, llegamos a la conclusión que los riesgos oscilan entre la pluralidad de los valores e intereses que se han creado.

La interpretación de las ONG.

La interpretación de las ONG ambientalistas, han tenido alcances significativos, han logrado que empresas como Gerber hayan retirado productos transgénicos del mercado. En específico, dos productos que se producían con organismos transgénicos a base de soya. Ante la inquietud engendrada entre los consumidores por estas ONG ambientalistas el grupo Gerber decidió no volver a utilizar en sus productos frutas y/o vegetales que hayan sido modificados genéticamente.

Este grupo de ambientalistas encabezados principalmente por Greenpeace, demandan que no se libere el mercado de transgénicos que se mantenga una moratoria y que se hagan más estudios para corroborar que no representan ningún riesgo al consumidor ni al medio ambiente.

Ahora bien, también habría que tomar en cuenta que organizaciones como Greenpeace en muchos de los casos, sus posturas resultan incongruentes. Pues por un lado, exigen mayores estudios para conocer los efectos reales de estos OGM, pero por otro se opone rotundamente a que se levante la moratoria que el gobierno impuso en relación al uso, manejo y/o consumo de organismos transgénicos. De esta manera, nos

preguntamos; ¿Cómo se va a conocer el impacto de éstos no se permite que se levante la moratoria?

La respuesta es muy clara, sino se realizan las pruebas operativas desde luego que no conoceremos los efectos y/o las consecuencias en su empleo.

La expansión e inserción de la producción de bienes y servicios biotecnológicos requiere de una estructura de investigación y desarrollo mínimamente institucional para que la ciencia, sea la gestora en la producción y acumulación de conocimientos. Para de esta forma pueda ofrecer opciones más lógicas y viables a las necesidades humanas, sin romper el equilibrio con la naturaleza.

De este modo, así como se requieren estudios científicos para corroborar la confiabilidad y certeza de los OMG. También la ciencia requiere que ésta nos se convierta en rehén de las ONG ambientalistas.

No obstante, tampoco vamos a desmeritar las acciones a las que han recurrido por tratar de frenar a las grandes transnacionales de la biotecnología y dar a conocer a la opinión pública, los posibles efectos de estos organismos transgénicos.

Beneficios de los OGM

Existe otra corriente que considera benéfico el uso de OGM, ya que es importante señalar que dentro de los efectos también la biotecnología favorece positivamente al medio ambiente, al ayudar a mantener la diversidad genética a través de la conservación de bancos de germoplasma, utilizando la biodiversidad para hacer más eficiente el mejoramiento de plantas y reduciendo el uso de pesticidas. Pues las plantas pueden producir sus propias insecticidas para contrarrestar a los insectos y/o plagas que se presenten o tener tolerancia los herbicidas¹⁸.

Otro de los beneficios, radica en la posibilidad de emplear menores cantidades de agua. Ante los problemas de escasez de agua y sequías prolongadas que se viven en buena parte del mundo, la ingeniería genética podría y esta creando plantas resistentes a la sequía. Por ejemplo, en México el

¹⁸ Un ejemplo es el caso del maíz resistente a insectos, maíz Bt. Esa bacteria llamada *Bacillus Thuringiensis*

45% del territorio es árido o semiárido de menos de 750 milímetros pluviales anuales. La biología molecular permite analizar la respuesta al estrés mediante la investigación de los genes relacionados con la tolerancia a la falta de agua y su trasplante a especies de importancia económica y social. Por lo tanto, su mejoramiento genético constituye una herramienta con un gran potencial para la obtención de plantas tolerantes a la sequía y a otros factores ambientales como puede también ser la salinidad o al aluminio.

Así también, el incremento de los rendimientos y "disminución" de los costos, representan la mayor promesa de la biotecnología, pues una vez que se masifique, tendremos un número mayor de plantas con características mejoradas acordes a nuestras necesidades presentes y futuras. Pues en cierta forma, habrá una "mejor" calidad en los alimentos, con una vida de anaquel más larga, haciendo más práctico la realización del producto para el productor y un aprovechamiento más óptimo al consumidor.

También se le puede dar un uso más práctico y más racional al empleo de la biotecnología, pues con esta se podrá acelerar el crecimiento de especies forestales que en la actualidad han quedado devastadas por los incendios, el saqueo y el uso indiscriminado que se le ha dado en los últimos años. Por lo tanto, también nos ofrecen la posibilidad de recuperar parte de la biodiversidad que se ha perdido paulatinamente.

Una de las ventajas en el empleo de este tipo de semillas transgénicas, es que pueden ayudar a mejorar el ecosistemas, aunque este punto resulta polémico por lo que se habla de los efectos negativos sobre la diversidad vegetal y animal. No obstante habría que analizarlo más a profundidad, otro aspecto es el manejo integral que ofrece estas nuevas semillas al darle un manejo completo a las plagas, evitando también la contaminación por aflatoxinas¹⁹ y reduciendo

¹⁹ Las aflatoxinas son toxinas producidas por un moho que crece en los cultivos de cacahuete, árbol de la nuez, maíz, trigo y semillas oleaginosas, como la del algodón. Aunque se sabe que las aflatoxinas causan **cáncer** en los animales, en países como Estados Unidos se las permite a bajos niveles, ya que se consideran "contaminantes inevitables" de estos alimentos. Para ayudar a minimizar el riesgo, la Administración de Alimentos y Drogas (The Federal Drug Administration, FDA) de los Estados Unidos, examina los alimentos que pueden contener aflatoxinas. La FDA considera que el consumo ocasional de pequeñas cantidades de

notablemente los costos de producción. Además, en el caso del maíz la ingeniería genética no podría tener un efecto tan negativo, pues hay que recordar también que el maíz no se rige por leyes de selección natural, desde tiempos inmemoriales, éste se ha domesticado, se ha manipulado y se ha manejado a nuestro antojo por lo tanto no diferiría en su desarrollo.

Lo que es una realidad, es que con el empleo de la biotecnología, puede mejorar las características agronómicas de las plantas. Pero no basta con mejorarlas genéticamente si este tipo de transcultivos no están al alcance de todos los productores. Así también, si no se tiene la certeza que son sustentables y ecológicamente viables.

Punto de vista de las empresas

El punto de vista de la gente que ha invertido y que le apuesta a maximizar sus ganancias con el empleo y uso de la biotecnología en procesos avanzados de ingeniería genética, es muy clara. A éstos, les interesa tener un mercado de transgénicos que les permita producir y transformar dichos alimentos a ultranza de los efectos sociales, ambientales o la salud humana que pudiesen suscitar, sólo con el animo de recuperar las grandes inversiones que han hecho e investigación, consolidar un mercado y apropiarse de una nueva lógica de producción. Lo cual implicaría una nueva relación tanto en el sector rural, en el consumo y en la propiedad intelectual, y los efectos ya los estamos viviendo en carne propia, sino volteamos la mirada a las consecuencias que nos engendro el Tratado de Libre comercio con América del norte (TLCAN) con nuestro sector rural.

Ahora bien, toda la infraestructura científico-técnica y el marco político que se crea, se ha convertido en una estrategia biotecnológica de largo alcance en las que se genera una mayor dependencia económica en los países en desarrollo.

aflatoxinas ofrece poco riesgo durante la vida y no es conveniente intentar quitar la aflatoxina del producto alimenticio contaminado, con el fin de volverlo comestible. <http://pcs.adam.com/ency/article/002429.htm>

"Un ejemplo, claro es que al inicio del nuevo milenio, de las 100 economías más grandes del mundo, 51 eran empresas y 49 países. Las ventas de las 500 mayores transnacionales, equivalen a 47% del producto global, pero solamente dan empleo al 1.59% del ejercito de reserva mundial" (Ribeiro, 2002). Estas cifras nos dan una idea la influencia que puede alcanzar el capital en los países.

La biotecnología vegetal, hasta el momento esta determinada por las estrategias competitivas de las empresas esta determinada por las estrategias competitivas de las empresas, por lo tanto, esta condicionadas a las aportaciones científicas de estas empresas, siendo sus prioridades la conservación y creación de nuevos mercados.

Si bien, se abrió un abanico de oportunidades con el empleo de la Biotecnología agrícola, también se acarrearón riesgos.

Hasta antes de la aplicación de la biotecnología a nivel comercial, no había elementos empíricos que mostraran lo contrario. Fue sino hasta la década de los noventa cuando se aplicaron a nivel comercial los avances de las biotecnías y con ello inicio el debate sobre sus ventajas y desventajas (Massieu, Chauvet, Castañeda, Barajas y González, 2000:138).

Las biotecnías, ofrecen una gama de posibilidades. Sin embargo, más allá de los beneficios y los riesgos, existe otra cara de la que no desea o se evade hablar. Este escepticismo que nos han creado acerca de los cultivos transgénicos, propicia una gran desconfianza de la sociedad, en especial en aquellos sectores que no están de acuerdo con el empleo de ésta. Sin embargo, habría que conocer la opinión de los científicos para hacer un juicio de valor acerca de esta tecnología. No obstante, es de nuestro interés reflexionar acerca de los efectos que éstos pueden generar por ende presentamos el siguiente cuadro para mostrar de manera concreta los riesgos y beneficios que más se debaten.

Sobre todo donde en la conciencia de la sociedad ha penetrado una alta incertidumbre y esto, se ha convertido en un factor de riesgo que puede desembocar en la aplicación de malas políticas en referencia a su uso, manejo, distribución, comercialización etc. de estos organismos transgénicos. Pero también, se puede generar el riesgo de que esta incertidumbre

genere más dudas, más imprecisiones y desconocimiento, a tal punto que a la hora de tomar decisiones claves, éstas estarán sesgadas de objetividad y certeza. Por eso es importante conocer los beneficios y riesgos más importantes, como nos muestra el Cuadro No.4.3

CUADRO No. 4.3

BENEFICIOS POTENCIALES DE LA BIOTECNOLOGÍA	RIESGOS O PREOCUPACIONES
Creación de trabajo y riqueza.	Acceso limitado a las semillas modificadas genéticamente por protección de patentes.
Benefactora de la productividad y sustentabilidad agrícola y ambiental.	Alteración en la calidad nutricia de los alimentos.
Defensa biológica contra plagas, enfermedades, estreses, virus, malezas y herbicidas.	Amenaza a la diversidad biológica del cultivo.
Efectos positivos en la agricultura o en la producción del alimento.	Generación de alergias.
Conservación de la biodiversidad.	Generación de resistencia a antibióticos.
Incremento en la disponibilidad de los alimentos.	Miedo a lo desconocido.
Mejora en las características agronómicas de las plantas.	Posible creación de nuevos virus y toxinas.
Producción de vacunas y de fármacos en alimentos.	Preocupaciones de índole religiosa, cultural o ética.
Mejoría en la calidad de proteínas. Incremento en el contenido de carbohidratos y grasas.	Preocupaciones de los productores de alimentos orgánicos y tradicionales.
Mejoría en la calidad nutricional y beneficios a la salud.	Preocupaciones por la carencia del etiquetado de los OGM.
Empleo de menores cantidades de agua.	Toxicidad potencial.
Benefactora de la productividad y la sustentabilidad agrícola y ambiental.	Transferencia génica no intencionada a plantas silvestres.
Certitud	Incertidumbre

Fuente: Elaboración propia tomando como base. Uzogara, S. G.2000. The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: A review. Biotechnology Advances.Pp179

Además, es importante que se mantenga un principio precautorio que pueda seguirse operando, para de esta manera tener la certeza que de esta manera se permitirá dar un seguimiento acerca de la evolución, consecuencias, daños y

posibles afecciones de estos OGM, con la intención de aminorar los riesgos.

Lo que bien es cierto, es que tanto plantas como animales, dependemos de las plantas para la sobrevivencia, éstas atrapan y almacenan la energía solar de manera que otros seres vivos sirvan como alimento, y en cierto sentido la biotecnología presume de incrementar la calidad y la cantidad de las plantas. Si a esto aunamos que la población mundial en el 2010 será de 7 mil millones y para el 2025 será de 8 mil millones, con una demanda creciente de cereales en más de un 4.1%(Catañón,2000).

Será necesario incrementar la producción, si a esto le aunamos la escasez de agua y el deterioro que hoy tienen nuestros suelos parecería una misión imposible satisfacer esta futura demanda agrícola.

Cabría cuestionar que esta nueva preocupación acerca del riesgo de afección al introducir un gen de una variedad vegetal a otra no es la verdadera preocupación de la gente. Desde nuestra perspectiva el individuo asocia la modificación genética de la que hoy tanto se habla y debate, con una cuestión valorativa. Es decir, detrás de ésta se encuentra ligada una carga moral tremenda al ser conocedor de que las modificaciones genéticas también alcanzaron al ser humano²⁰. Por ende, el rechazo hacia los productos transgénicos. Porque todo aquello que involucre y/o represente alguna amenaza para el ser humano, automáticamente es rechazado por la opinión pública.

Sin embargo, el individuo como tal, tiene poca conciencia histórica, y se olvida que hemos sido coparticipes del desarrollo de esta controvertida tecnología. Al ser receptores de los productos y servicios que nos brinda desde tiempos inmemoriales. Por ejemplo, desde principios de los ochenta, se elabora el primer producto derivado de la ingeniería genética que es la insulina humana, y nadie estaba en contra de ello. Así también, las técnicas de inmovilización enzimática, que hoy conocemos dieron pie a que la ingeniería genética diera lugar a las combinaciones genéticas que hoy consumimos como alimentos. En cierto

²⁰ El hecho de que se haya descubierto el genoma humana, y que éste permita llevar modificaciones genéticas en los seres humanos representa un espacio coyuntural, es inconcebible aún a la sociedad en su conjunto no puede aceptar y entender que al hombre también se le pueden hacer modificaciones genéticas. Lo que bien es cierto, es que el genoma humano, es una realidad. Pues se ha localizado cada gene humano en los cromosomas y se ha identificado la estructura química del cuerpo.

sentido, hemos sido parte de esta evolución tecnológica, sólo que el rechazo de la sociedad por estos organismos aparece cuando al ser humano se le pretende experimentar con él.

De este modo, es importante identificar y enfatizar en cada uno de los beneficios y riesgos reales que acarrea esta nueva biotecnología, la cual se ha debatido y se siguen debatiendo. Por lo tanto, es de nuestro interés conocer la relación que ofrecen estos organismos vegetales que han sido modificados genéticamente. Pues no es sencillo manipular las estructuras genéticas existentes, las cuales han evolucionado a través de millones de años formando sistemas complejos e interconectados.

La ciencia se desarrolla más rápido en áreas donde la acción humana no es de importancia básica y de esta manera más lenta donde las acciones están involucradas. Las nuevas tecnologías si bien generan altos costos de energía, agresivas presiones sobre el medio ambiente, lo que repercute en los altos niveles de pobreza de la gente también ofrece nuevas opciones ante el problema de la insuficiencia alimentaría, de salinidad en la tierra y en el control de plagas. No obstante, habría que hacer un balance sobre los beneficios y riesgos que se presentan.

Hay quiénes en defensa de la ingeniería genética de alimentos argumentan que los riesgos potenciales de esta tecnología están más acotados que en el fitomejoramiento tradicional porque solamente se transfiere el gen de interés y el genotipo resultante es más controlado. Hasta el momento no han sido demostrados categóricamente ninguno de los riesgos o peligros temidos.

Lo que si es cierto, es que hay un miedo a lo desconocido y una preocupación creciente que abarca lo religioso, lo cultural y lo ético. Pero sobre todo porque existe una incertidumbre creciente que desemboca en un mayor escepticismo y una mayor preocupación de la sociedad. Esto genera a la vez una mayor desconfianza y un mayor recelo de la sociedad. Porque indirectamente, se esta generando más temor en la sociedad, debido a que se esta operando con un alta incertidumbre y eso es un factor de riesgo porque además se genera más incertidumbre. "(...) Finalmente, la lista de criterios al final de la latencia tiene dos caras: el riesgo mismo y la percepción pública"(Beck,1998:62).

No obstante, que la ciencia opere con un principio precautorio, eso no limita que la ciencia siga operando y continúe generando más riesgos. Dentro de estos procesos de transformación en la biotecnología alimentaria el debate sobre los riesgos y beneficios aun se encuentran vigentes. Existen grupos ecologistas, ambientalistas, ONG, grupos campesinos, científicos, académicos, agroindustriales, transnacionales biotecnológicas y una postura aún no clara del Estado, quienes abogan y rechazan el uso de esta nueva tecnología.

Sin embargo, mientras el Estado no defina un marco jurídico claro en torno a la liberación de los Organismos Genéticos Modificados, y se comprueben los riesgos o no, hasta entonces no podremos evaluar su viabilidad, mientras sólo se abundara sobre el estado de la cuestión de la biotecnología y los impactos sociales que podrían generar, sólo queda esperar los efectos negativos o positivos a largo plazo.

Ahora bien, existe otro aspecto, e incluso para nadie es un secreto, que gran parte de los avales de la ciencia de la biotecnología (los científicos) sean autofinanciados e incluso hasta públicamente, para la consecución de nuevos mercados de venta de riesgo. También, hay académicos y científicos que se venden con el único ánimo de ver por sus propios intereses en aras de generar más riesgos a la sociedad.

La sociedad en general, ha perdido paulatinamente la confianza en la ciencia como monopolio de la racionalidad. Se trata de una desconfianza creciente en la ciencia racionalmente motivada por los intereses que representa. Dicho en términos del propio Beck: "No es el fracaso de las ciencias sino su propio éxito lo que las ha destronado" (Beck, 1998). Pero sobre todo, el manejo utilitarista que se le da a la ciencia. En este sentido, se requiere de una independencia de los intereses económicos para no poner en peligro a la ciencia misma y a la sociedad en su conjunto.

De continuar esta tendencia, la sociedad industrial seguirá siendo la única responsable de la potenciación y explotación económica de los riesgos. De este modo, la ciencia será la única creadora y responsable del peligro social en esta nueva etapa de la modernidad.

Ahora bien, también es importante señalar que la ingeniería genética no es la única opción tecnológica dentro de la biotecnología, y si ésta en determinado momento representa un riesgo exponencial habría que dirigir la mirada a otro tipo de tecnológicas quizá menos sofisticadas, pero más factibles.

Dentro de la biotecnología de segunda generación, se encuentra la aceleración de procesos enzimáticos, refinamientos en los sistemas de fermentación y desarrollo de procesos continuos. Este marco, ha dado pauta para que se desarrollen desde hace algunos años procesos de producción industriales y semi-industriales, en pequeña y mediana escala. En este sentido, "La modernización significa también la adopción de cambios que suelen preceder a otros" (Germani, 1971:36). En este sentido la biotecnología de segunda generación, o bien puede dejar de ser precedida o afianzarse ante las dudas, riesgos y peligros que deja la biotecnología de tercera generación.

Por ende, el interés de abordar otro tipo de aplicaciones biotecnológicas que también han revolucionado la aplicación de la biotecnología, sólo que éstas han sido más silenciosas.

La enorme importancia que representa el empleo de la biotecnología actualmente, ha sido a través del manejo creciente de bienes y servicios para la sociedad en su conjunto, además que algunas de estas aplicaciones representan una alternativa de sustentabilidad, cuidado ecológico y viabilidad económica e incluso podrían considerarse como prácticamente orgánicas, sobre todo las que están diseñadas para el sector agrícola, y precisamente una de las experiencias que se mostrará en el siguiente capítulo, será la aplicación biotecnológica en hongos comestibles.

El interés de conocer más acerca de esta otra alternativa tecnológica, es con el único afán de mostrar la experiencia en la producción con el cultivo de hongos setas. Sobre todo por el interés y crecimiento que ha tenido este cultivo en los últimos años, además de ser un proceso que biotecnológico que poco se conoce.

De tal forma, se tuvo que hacer trabajo de campo, para conocer más acerca de las vicisitudes, implicaciones y limitantes que enfrentan los productores en los municipios de

Chipilo y Atlixco Puebla. Por lo tanto, a continuación se presenta la experiencia de los hongos Seta en el siguiente capítulo.