

Impactos sociales de la crisis agroalimentaria:

El uso de Transgénicos para satisfacer las necesidades alimenticias de la población.

Luis Kato Maldonado.¹

Introducción:

Este ensayo tiene por objetivo explicar como las ventajas que hoy se aducen para que nuestro país utilice de manera indiscriminada semillas transgénicas, son expresión de la debilidad estructural del patrón de desarrollo que se ha impuesto al sector agropecuario en México. Este, tiene como eje de acción, que el incremento de la productividad del trabajador agrícola se sustente en el uso intensivo y conjugado de insumos especializados tales como semillas mejoradas, herbicidas, pesticidas y maquinaria agrícola especializada. Para que este régimen de incrementos de productividad sea exitoso, en términos sociales, es condición imprescindible que las industrias productoras de estos insumos generen productos y tecnologías agrícolas acordes a las condiciones orográficas, de fertilidad del suelo así como a las diferentes estructuras de mercado de los diferentes productores agrícolas. De no lograr lo anterior, los diferenciales de productividad entre regiones se agudizaran debido tanto a los niveles de fertilidad del suelo como de las características y facilidades con que pueda utilizarse estos insumos entre regiones, lo cual se expresa en tasas de inversión de capital concentradas sólo en algunas regiones agrícolas.

El modelo de desarrollo de producción intensiva se desplegó en dos etapas 1940 – 1983 y 1984 – 2003 ambas se diferencian por las características del esquema de inversión en las industrias abastecedoras de insumos especializados y por la conformación de mercados. En la primera se buscaba:

a) Impulsar un mercado nacional de productos agropecuarios; b) inducir un proceso de capitalización acelerada en el sector agrícola tendiente a lograr la autosuficiencia alimentaria en productos básicos; c) promover el desarrollo nuevas agroindustrias que deberían

¹ Profesor del departamento de economía de la UAM – A. E mail : jarumi@prodigy.net.mx

orientarse al mercado interno y, al mismo tiempo, estimular la producción nacional de bienes de capital e insumos para la agricultura; d) sustentar los incrementos de la producción de la agricultura en la utilización conjugada e intensiva de insumos tales como insecticidas, fertilizantes, abonos, maquinaria agrícola, etc; e) incrementar la inversión pública en obras de infraestructura que beneficiaran al sector agrícola (fundamentalmente obras de riego y comunicaciones); f) desarrollar un mercado crediticio estable y de largo plazo para el sector agrícola, y g) estimular un sector exportador agrícola capaz de sustituir cultivos conforme fueran variando los precios internacionales. El papel del estado en esta estrategia se orientaría en, primer lugar, a destinar montos de recursos públicos en cantidades suficientes para incrementar los rendimientos de producción por hectárea cosechada mediante obras de irrigación, caminos e infraestructura de almacenamiento. En segundo lugar, generar un mercado de capitales *ad-hoc*, para el sector agrícola mediante la creación y expansión de empresas paraestatales destinadas a producir insumos intermedios y de capital para la agricultura y, en tercer lugar, mediante lo anterior, coordinar el patrón de estructuración entre la agricultura y el sector industrial para que, en largo plazo, no se generara una relación de precios relativos adversa para el primero que impidiera su adecuada capitalización.

En esta etapa se dependía del desarrollo de industrias productoras de insumos intermedios y de capital altamente especializadas impulsadas por las empresas paraestatales, a saber: Industria de pesticidas, fertilizantes, maquinaria agrícola especializada y semillas mejoradas a fin de endogeneizar la base de incrementos de la productividad agrícola.

Conforme avanzó el proceso de sustitución de importaciones la producción de los principales insumos agrícolas (pesticidas e insecticidas, fertilizantes, semillas mejoradas y maquinaria agrícola) se orientó a satisfacer la demanda del polo capitalista avanzado de la agricultura mexicana lo que implicó que la composición de la oferta de dichos insumos no se adecuara a las necesidades reales de la mayoría de los productores agrícolas. De esta forma las demandas potenciales no se satisficieron y con ello el desarrollo de este segmento del sector industrial encontró límites estructurales, tanto por el lado de oferta potencial como de la demanda efectiva,

los cuales se subsanaron gracias a las erogaciones del Estado, sacrificios fiscales y bajos intereses en los créditos para apoyar la venta de insumos y bienes de capital.

Las causas del fracaso en la consolidación de las empresas paraestatales productoras de insumos intermedios y de capital puede ser sintetizado de la siguiente manera.

a) Los precios de los insumos y bienes de capital destinados al sector agrícola eran fijados por debajo de los precios internacionales debido básicamente a que la estrategia de desarrollo de estas industrias era el otorgar subsidios (directos e indirectos) por parte del Estado para el desarrollo y consolidación del sector agrícola. Generándose de esta manera procesos de descapitalización paulatina dado que las empresas dependían del subsidio del Estado y no de un mercado que les indicará las normas de calidad y productividad que les permitiera sobrevivir en un entorno competitivo.

b) La planta industrial que producía estos bienes estaba centralizada en empresas únicas poco numerosas o especializadas, que ostentaban la exclusividad de esa oferta y que condicionaban, mediante distintos medios, a la demanda agrícola de insumos y bienes de capital. En algunos casos la oferta de estos productos ha precedido a la demanda efectiva (fertilizantes) y en otros ha presentado rezagos (maquinaria agrícola y plaguicidas) en relación con los requerimientos de sector agrícola.

c) La comercialización de dichos insumos se realizaba a través de la banca de fomento por lo tanto, los criterios de comercialización de dichos insumos dependen de la solvencia de pago de los productores y de los cajones de crédito destinados a cada sector los cuales estaban en función de la política estatal en turno.

En términos de ventajas comparativas lo anterior significaba que no existía una oferta nacional eficiente de insumos intermedios y bienes de capital para la agricultura mexicana lo que dificulta el desarrollo estable y de largo plazo de un mercado financiero para la agricultura y los subsidios estatales no benefician al productor directo.

Ante el descalabro de la política de desarrollo y del progreso de las industrias productoras de bienes intermedios y de capital para el sector agrícola, así como los problemas

de endeudamiento del Gobierno Federal y el estancamiento de la productividad de los productores agropecuarios, los gobiernos decidieron abrir la economía nacional.

Así, se da inicio a la segunda etapa del modelo de desarrollo (1984-2003) cuyos objetivos eran: a) liberalización comercial de la agricultura a fin de contribuir mediante el abasto externo al abatimiento de la inflación; b) obligar mediante la competencia externa a elevar los niveles de eficiencia de los productores nacionales; c) venta de las empresas paraestatales productoras de insumos intermedios y bienes de capital especializados para la agricultura; d) libre importación de estos insumos a fin de que los productores locales pudieran competir con los productores internacionales con los mismos precios de insumos; e) especialización del sector exportador con el objetivo de aprovechar las ventajas comparativas en el sector agropecuario y financiar con ello las importaciones de productos agrícolas que no pudiéramos producir internamente. f) propiciar reformas agrarias orientadas a favorecer la seguridad en la tenencia de la tierra mediante el otorgamiento de títulos de propiedad individual en terrenos de propiedad colectiva y/o comunal.

La estrategia planteada implicaba que el sector agrícola dependería íntegramente de las grandes transnacionales productoras de insumos intermedios y de capital para poder sustentar sus incrementos de productividad en el largo plazo, pues se dejarían de producir internamente insumos intermedios y de capital. Asimismo supondría la consolidación de los patrones de especialización de los productores agrícolas en función de los mercados internacionales. Por su parte una mayor seguridad en la tenencia de la tierra aumentaría los incentivos para invertir, incrementaría la demanda de capital y la utilización de los insumos intermedios más eficientes a fin de elevar la productividad en los productores que poseen tierras comunales y colectivas.

Para finales del siglo XX el sector agrícola nacional se caracteriza por procesos de polarización entre los productores. Por un lado existe un grupo de productores que lograron interiorizar el conjunto de tecnologías agrícolas de vanguardia al nivel de proceso productivos

los cuales han logrado sobrevivir en la medida en que están insertos en los grandes mercados internacionales de exportación: frutas y hortalizas, café, etc.

Otro grupo de productores se sitúa como abastecedores del mercado nacional, fundamentalmente para satisfacer las necesidades de los consumidores de altos y medios ingresos, articulados a las grandes agroindustrias. Este tipo de productores opera como productores en última instancia de los requerimientos de la industria alimentaria la cual, en el caso de no tener una oferta interna a precios similares a los internacionales, importa los productos agropecuarios que requieren, tal es el caso de la industria cervecera, de panificación, la industria aceitera y de alimentos para animales. Finalmente existen otro grupo de productores que han centrado su sobrevivencia en el desarrollo de mercados locales y regionales y cuya imposibilidad de utilizar de manera eficiente las tecnologías agrícolas de vanguardia se debe a que estas no fueron pensadas para sus condiciones de producción y de mercado. El resultado de esta estructura tecnológica de los productores ha sido una mayor dependencia alimentaria del exterior debido al bajo rendimiento de la producción nacional ocasionado, por una parte, al no lograr que se interiorizara la base de los incrementos de productividad con una industria nacional acorde con las características de los productores y, por otra, porque la superficie agrícola que es capaz de utilizar de manera eficiente esta tecnología está destinada fundamentalmente al mercado de exportación.

Actualmente se están generando procesos radicales de cambio tecnológico en el sector agrícola derivadas del uso intensivo de las técnicas biotecnológicas que tienen como base la ingeniería genética. Las grandes innovaciones de estas nuevas tecnologías se expresan fundamentalmente en la producción de semillas transgénicas. Estas semillas han demostrado que incrementan los rendimientos por hectárea dada su gran capacidad de adaptación a diversas condiciones de producción. En este contexto parecería que el uso de semillas transgénicas es la solución para incrementar la oferta agrícola nacional y lograr con ello paliar la crisis alimentaria que enfrenta el país. Sin embargo, estas semillas son producidas por grandes transnacionales (Monsanto, Dupont, Novartis, Pioneer Hi Bredd, Agrevo) las cuales establecen estrategias de desarrollo de estos productos en función de sus metas de

rentabilidad, expansión y amortización de sus gastos en investigación y desarrollo por lo cual, no tienen estrategias para la adaptación de estas tecnologías al entorno biótico y ecológico de cada país ni consideran el entorno social de la propiedad de la tierra, el cual determina la reproducción social de una buena parte de la población. Tampoco existen pruebas contundentes que indiquen que el uso de semillas transgénicas no afecta las cadenas alimenticias de los diversos ecosistemas.

Asimismo, al generar incrementos de productividad en diversos países las transnacionales productoras de transgénicos están ocasionando cambios en los flujos tradicionales de importación y explotación de cultivos, ocasionando con ello la instrumentación de estrategias de protección comercial por parte de los agricultores norteamericanos ante la pérdida de competitividad. Entre las medidas adoptadas está la búsqueda de obtener pagos de las patentes relacionadas con el uso de las semillas transgénicas por parte de los productores que compiten con ellos.

El abandono que vive el campo y la crisis alimentaría de la población no puede ser solucionado con un patrón de innovación tecnológica que no considere lo anterior, al contrario sólo estaremos profundizando la dependencia alimentaria del exterior dado que los factores determinantes para incrementar la productividad de nuestro sector agrícola dependerán de manera absoluta de los grandes intereses transnacionales con la consecuente pérdida de soberanía alimentaría.

La competencia capitalista en la agricultura y el patrón de especialización de la agricultura mexicana. .

El uso de recursos naturales, para que sea lucrativo, supone mercados capitalistas plenamente desarrollados lo cual implica que: las demandas sociales sean estables en el tiempo, dado un nivel de distribución del ingreso de la población, y que la producción presente ciclos de estacionalidad claramente identificables y predecibles a fin de poder establecer acopios adecuados cuando se presenten los ciclos de estacionalidad. En este contexto, la satisfacción de estas demandas sociales se realiza por un conjunto de productores que, por un

lado, despliegan procesos técnicos relativamente estándares — en función de que los procesos biológicos, que explican la reproducción, el crecimiento y desarrollo de las plantas y animales, son homogéneos — y, por el otro, utilizan diferentes recursos naturales los cuales afectan de manera desigual la productividad del trabajo lo cual se expresa en niveles de rendimiento por hectárea diferenciados. Este último efecto es lo que denominamos fertilidad de los recursos naturales. Por ello, la fertilidad de los recursos naturales no es la fuente del incremento de la productividad del trabajo sino que es su base natural. Si se descubrieran o inventarían técnicas que configuraran nuevos procesos productivos que satisficieran la demanda social de un producto determinado y cuyo abastecimiento se sustentará en el uso intensivo de un recurso natural, a un menor costo y de manera estable, se dejaría de utilizar este recurso natural para fines productivos.

Los diversos productores que tienen como base el uso de recursos naturales se diferencian entre sí a partir de sus costos de producción unitarios los cuales son determinados en gran medida por las características de fertilidad de sus recursos naturales.

Esta diversidad de rendimientos hace que la concurrencia de los diversos productores esté determinada tanto por el costo de producción como por el rendimiento. Así por ejemplo, puede darse el caso de que un limitado número de productores tengan el costo de producción más bajo hasta un determinado volumen de producción y controlen el abasto del mercado, hasta dicho volumen, pero que ante incrementos en la demanda acrecentar la inversión generaría rendimientos decrecientes de manera acelerada. Ante el incremento de la demanda social, productores con costos de producción superiores pero que presenten rendimientos constantes en el límite de los productores iniciales serán los que solventaran las necesidades nuevas del mercado. El precio estaría determinado por los productores que tienen el costo y el rendimiento unitario más alto. Los productores más eficientes serían recompensados con una ganancia extraordinaria. Obviamente si la demanda social creciera desproporcionadamente los productores menos eficientes entrarían al mercado y el precio del producto agrícola subiría generándose niveles de ganancia extraordinaria para los productores más eficientes. En esta perspectiva la capacidad de reproducción de estos estaría determinada por las tendencias de

mediano plazo de la demanda social. Cuando una economía es abierta, al intercambio comercial internacional, la posibilidad de que los productores menos eficientes determinen el precio de mercado desaparece; ya que este se fijara por las condiciones de producción de los países que tienen rendimientos agrícolas más altos generando con ello procesos de especialización de los productores locales en función de los cultivos en donde se puede obtener mayores rendimientos por hectárea y a partir de la tasa de rentabilidad imperante para este tipo de cultivos.

La gestión tecnológica de los recursos naturales se centra entonces en hacer que los recursos naturales que presentan un mayor rendimiento por hectárea puedan mantener e incrementar dicho rendimiento ante incrementos de la demanda social. Esto significa que la gestión tecnológica se centra en el control, desarrollo y perfeccionamiento de los factores naturales que inciden en la fertilidad de los recursos que han demostrado históricamente menores costos unitarios y mayor rendimiento. Conforme la competencia capitalista se desarrolla se provocan tendencias que inducen a los sectores industriales, que ofertan insumos para el sector agropecuario, a especializarse. Estos conforman sus ventajas competitivas mediante la flexibilización, diferenciación y servicios al cliente que buscan satisfacer los requerimientos de sus demandantes. La inversión de capital en el sector agropecuario estaría en función de qué terrenos presentan más posibilidades de aplicar de manera exitosa los insumos y bienes de capital destinados a la agricultura. Por tanto el uso de los recursos naturales en la sociedad capitalista tiene como centro de su aplicación y estímulo el impacto sobre la productividad del trabajo.

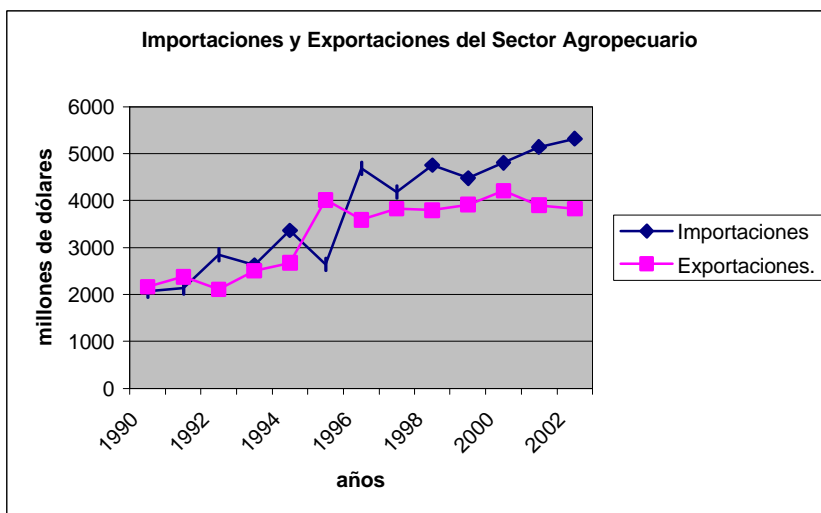
La apertura comercial ha provocado que el sector agrícola en México se especialice en función de los requerimientos del mercado mundial. La producción de frutas y hortalizas aportó, en 2002, el 35% del valor de la producción agrícola en el país. Mientras que sólo representa el 8.6% de la superficie cosechada. (SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003) En 1990 estos porcentajes constituían el 30% y el 7.5 % respectivamente. El alto valor de la producción de estos productos se debe a que son productos de exportación. Para el año 2000 las frutas y

hortalizas explicaron el 50.8% de nuestras exportaciones agropecuarias, para el año 2001 este porcentaje fue 58.05%. (INEGI 2002)

Mientras tanto los cereales, para el año 2002, representaban el 20% del valor de la producción agrícola y el 41.7% de la superficie cosechada. En 1990 estos porcentajes residían respectivamente en 27% y 46%. La producción de cereales y de granos forrajeros constituyó para el año 2002 el 70% de la superficie cultivada y sólo representan el 38% del valor de la producción agrícola, sólo 3% arriba del valor de la producción de frutas y hortalizas. (SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003)

Esto no significa que la demanda social por granos forrajeros y cereales haya decrecido. En el primer caso, los granos forrajeros se destinan a satisfacer las necesidades de uno de los sectores del mercado interno de mayor crecimiento a saber: la producción de carne tanto bovino, de porcino y de pollo. Este crecimiento en el consumo de carne se debe a que los hábitos alimenticios han cambiado en el medio urbano fundamentalmente el de los estratos de ingresos medios y altos. Ante el proceso de concentración del ingreso que nuestro país ha manifestado los patrones de consumo son explicables.

Actualmente el consumo urbano se encuentra dominado por dietas con alto contenido proteínico y energético y por el consumo de alimentos industrializados. Esto explica la razón por la cual el consumo per cápita de carne y de lácteos en México se ha acrecentado. En 1980 el consumo de carne per cápita fue de 31 kilogramos para el año 2000 fue 41 kilogramos. Respecto a los lácteos fue de 100 Kg en el periodo de 1997- 1999. (SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003). El consumo alimenticio se parece más cada vez al de los países del primer mundo, pero la capacidad de abastecimiento no es tal, lo cual se traduce en una pérdida de soberanía alimentaria. Actualmente nuestro perfil de especialización no alcanza a financiar las importaciones. La gráfica siguiente es bastante ilustrativa de lo antes dicho.



Fuente: SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003. Análisis Comparativo de Indicadores del Sector alimentario en México y otros países 2003. México.

Las causas de este deterioro, en nuestra capacidad productiva, radican en que la tecnología agrícola ha sido difundida en todo el territorio nacional pero resulta deficiente para poder incrementar los rendimientos por hectárea de los productores nacionales. Así por ejemplo, el consumo promedio de fertilizantes para el periodo de 1979-81 fue de 57 kilogramos, para el año de 1999 este fue de 73 kilogramos. Esta última cifra está muy por debajo del promedio alcanzados por los EUA de 112 Kg por hectárea es decir, la utilización de fertilizantes por hectárea en México representa el 53% de la utilizada en EUA. Países como Israel y Egipto que por sus condiciones geoclimáticas requieren de insumos altamente especializados tienen un consumo de fertilizantes por hectárea de 419 y 356 para el año 1999. México tiene a su vez la tasa más baja de utilización de tractores por cada 1000 hectáreas mientras que EUA y Canadá se tienen respectivamente 27.1 tractores por cada mil hectáreas y 15.6 tractores, en México se ocupa 6.1. Respecto al consumo de agua México registra uno de los consumos agrícolas más ineficientes a escala mundial alcanzando el 78% de la extracción (subterránea y superficial) para uso consuntivo (el uso de agua para actividades agrícolas, pecuarias, industrial y públicas.). Más de la mitad del agua destinada a actividades agrícolas se pierde en los distintos sistemas de irrigación los cuales muchos no son tecnificados y los que son tecnificados no se les da el adecuado mantenimiento. No obstante que nuestro país

tiene aproximadamente el 24% de la superficie agrícola con sistemas de riego lo cual esta muy por arriba del porcentaje que presenta EUA el cual es de 12%. (SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003).

Con todas estas debilidades estructurales sería conveniente que el Estado Mexicano destinar montos de subsidios lo suficientemente grandes para ir superando la problemática antes mencionada, buscando con ello, incrementar la capacidad productiva de los distintos estratos de productores. Sin embargo, México tiene una estructura de subsidios muy raquítica comparándola con otros países y en función a las necesidades del sector. En el periodo que abarca de 1990 al 2001 el monto de subsidios se mantuvo prácticamente en los mismos niveles, para el primer año el subsidio o fue de 7423 millones de dólares para el segundo de 7892 millones de dólares. Países como Japón o Corea del Sur con una superficie agrícola muy inferior a la nuestra destinaron para el año 2001 respectivamente 87% y 60% más recursos que los otorgados a los productores nacionales. Haciendo la comparación con nuestro principal socio en el Tratado de Libre Comercio de América (EUA) tenemos que este país, para el mismo año, destinó subsidios a su sector agropecuario por un monto de 91.72% superior (95259 millones de dólares) al otorgado por el gobierno Mexicano. Cabe señalar que las exportaciones agropecuarias de EUA, para el 2001, eran de 70017 millones de dólares y sus importaciones de 68400 millones de dólares. El monto de subsidios otorgados por el gobierno Norteamericano a sus productores es superior en 26.5% a sus exportaciones. En el caso de México el monto de subsidios fue inferior en el 2001, en 4.8% al monto total de exportaciones agropecuarias.

Cuadro1						
Cuadro comparativo Exportaciones, Importaciones agropecuarias y Subsidios Agrícolas EUA y México.						
Millones de dólares EUA.						
	1990	1995	1998	1999	2000	2001
			Estados Unidos			
Importaciones	39966	53056	62395	66138	69115	68400
Exportaciones	59404	80435	69846	65941	71408	70017
Subsidios	71441	70470	991663	99018	92089	95259
			México			
Importaciones* **	4704	5222	8633	8569	9834	11077
Exportaciones **	2910	5860	6709	7105	8361	8291
Subsidios	7423	Nd	5638	5710	7396	7892
*Importaciones valor FOB						
** Incluyen al sector agropecuario y sector agroindustrial						
Fuente: Elaboración propia datos tomados de SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003. Análisis Comparativo de Indicadores del Sector alimentario en México y otros países 2003. México						

Cuadro2												
Subsidio total a la agricultura, Países seleccionados												
1990- 2001												
Millones de dólares EUA												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Estados Unidos	71441	75637	80908	86037	80672	70470	76978	76503	91663	99018	92089	95259
Japón	52986	57770	68153	77007	93052	100509	78295	63791	64030	66977	68221	59126
Corea del Sur	23662	24051	23778	23881	26429	30211	28659	25237	15983	21950	22780	19736
México	7423	9397	11430	12210	10821	nd	3209	5728	5638	5710	7396	7892
Canadá	9644	9326	7378	6139	4956	5393	5214	4482	4824	5006	5535	5154
Unión europea	109654	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Nd	nd	129857	102403	105624
Fuente: tomados de SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003. Análisis Comparativo de Indicadores del Sector alimentario en México y otros países 2003. México. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera con Información de Base de Datos de Milenio de la ONU, con base en recopilación de la OCDE.												

Es decir, tenemos una crisis estructural en las formas de producción y organización de nuestro sector agrícola sin que exista apoyo financieros suficientes y estrategias de políticas agrícolas destinadas a subsanar los problemas estructurales que presenta este sector. Siguiendo los patrones de apoyo de nuestro principal socio comercial, México tendría que destinar un 26.5% de subsidios por arriba del monto total de exportaciones, es decir, si en el año 2001 se exportaron 8291 millones de dólares en productos agropecuarios se tendría que haber otorgado un subsidio de 10488.1 millones de dólares.

En este escenario de organización productiva que el país vive, la posibilidad de aplicar procesos de innovación tecnológica tendría que ser valorada en la perspectiva de elevar la

productividad de los cultivos en donde la innovación tecnológica de las semillas transgénicas han demostrado su efectividad buscando así, elevar la rentabilidad de los productores y hacer un uso más eficiente de nuestros recursos naturales. Los posibles escenarios para lograr lo anterior son los siguientes:

. a) Que se acentúen las diferencias técnicas y de rendimiento entre los diferentes productores por efecto de que los procesos de innovación tecnológica no pueden ser aplicados en forma generalizada. Ante esta situación, se tendría un incremento de los rendimientos por hectárea de los productores más eficientes que están abasteciendo el mercado: Si el mercado es creciente se tendría un proceso de sustitución de cultivos a fin de destinar mayores recursos naturales a la producción del cultivo que puede aplicar la innovación tecnológica, para que esto ocurra se tendría que elevarse la rentabilidad del cultivo que sufre la innovación tecnológica comparativamente con los cultivos que pretende sustituir. b) Que se provoquen procesos de homogeneización entre los diversos productores lo cual se traduce en un incremento generalizado de la oferta agrícola lo cual se traduciría, si el país originalmente es deficitario, en sustitución de la oferta externa por la oferta interna o si es autosuficiente en un incremento en los volúmenes de exportación. Para lograr lo anterior se tendría que elevar la rentabilidad relativa del cultivo que incorpora la innovación con relación a otros cultivos que ocupan recursos naturales que pueden ser incorporados y mejorar los procesos de producción a fin de que el impacto de la innovación induzca a una reducción del costo de producción. c) Que se mantenga el **status quo** de los productores, por efecto que la innovación tecnológica puede ser aplicada en los diferentes estratos pero manteniendo las diferencias de productividad.

La biotecnología en la agricultura: potencialidades y promesas.

Dado que los productores agrícolas son básicamente usuarios de innovaciones, sus fuentes de innovación se localizan entre los productores y proveedores de tecnología los cuales se encuentran esencialmente fuera del sector agrícola, únicamente pueden desarrollar tecnologías de proceso. Estas tecnologías de proceso tienen por objetivo intensificar el número de plantas

cosechadas por hectáreas, aumentar los rendimientos por hectárea, estabilizar la oferta agrícola, diversificar productos y adaptarlos nutricionalmente en función de los requerimientos de los consumidores. Las demandas por tecnología por parte de los productores directos se realizan a partir de conocimientos apriorísticos respecto a la dirección de la innovación; es decir los productores escogen opciones de innovación a partir de un conjunto conocido de resultados logrados por los procesos de investigación y aplicación de esos insumos en condiciones controladas. Por su parte, los oferentes de insumos intermedios y de capital para la agricultura desarrollan sus productos a partir de asumir posiciones competitivas y ventajosas y no por demandas específicas de mercado, sus gastos de investigación y desarrollo están en función del conocimiento científico que permite desdoblamientos innovativos al nivel de producto. Las empresas productoras despliegan nuevos productos a escala comercial solo en aquellos casos en donde la rentabilidad y el rendimiento son lo suficientemente atractivos para comercializar el producto. Es decir, existe una amplia gama de posibilidades de aplicación de la tecnología, sin embargo, muchas de ellas son desechadas por ser poco rentables o bien porque su mercado es reducido en términos de la demanda efectiva actuante por ese tipo de productos. El caso de la biotecnología aplicada a la agricultura permite ejemplificar lo antes dicho.

La *agrobiotecnología* la definimos como el conjunto de actividades que consisten en producir alimento tanto para consumo animal y humano, a partir del uso de productos y/o procesos derivados de la biotecnología. Las técnicas que le dan sustento son la biología molecular, la ingeniería genética y las técnicas de cultivo, todas estas técnicas están encaminadas a modificar a organismos vivos para producir bienes y servicios.

A través de la ingeniería genética, es posible modificar el material genético de las plantas, de modo que estas puedan mejorar su sabor; adquieran resistencia al embate de plagas (insectos, virus, hongos); a condiciones ambientales adversas (sequía, heladas, etcétera); que incrementen sus rendimientos por hectárea, lo mismo que su valor nutritivo; que reduzca la demanda de agroquímicos, fertilizantes y pesticidas y; que reduzcan los costos de producción. Asimismo la biología molecular permiten evaluar y utilizar de manera racional la diversidad genética. Técnicas como la generación de mapas de ligamiento por el polimorfismo

de los tamaños de fragmentos de restricción (RFLPS), la ampliación al azar de secuencias repetidas (RAPS) y la Prueba de Reacción en Cadena de la Polimeriza (PCR), junto con las técnicas tradicionales de fitomejoramiento, posibilitan la identificación más expedita de cultivos mejorados y la manipulación de caracteres genéticos cuantitativos, que son la mayoría de las características agronómicas de importancia, como la tolerancia a sequía, la resistencia a varias plagas y la fijación del nitrógeno.

Kato y Bello (2002) resumen que las líneas de investigación impulsadas en el campo de la *agrobiotecnología* se orientan a lograr los siguientes objetivos:

- 1) Aumento de la productividad y calidad de los productos agrícolas.
 - a) La producción de semillas mejoradas, mediante el cultivo de plantas macho estériles, permite limitar el proceso de contaminación genética de los híbridos comerciales.
 - b) El desarrollo de plantas transgénicas resistentes a insectos.
 - c) El control del crecimiento y desarrollo de plantas, el control del ciclo biológico de los frutos, permite manejar su período de maduración, como es el caso del jitomate, esto mismo puede extenderse a otros frutos o granos.
 - d) El desarrollo de cultivos con mayor calidad nutricional o con mayor valor agregado, mediante la incorporación de genes heterólogos en semillas que codifiquen proteínas con mayor contenido de aminoácidos esenciales, deficientes en la mayoría de los granos básicos, tales como *cisteína* y *metionina* para leguminosas y, *lisina* y *triptofano* para cereales. También se pueden producir en plantas transgénicas, proteínas con un elevado valor agregado, como son algunas hormonas y *péptidos* bioactivos.
 - e) El mejoramiento de oleaginosas, considerando que la industria demanda actualmente un incremento en la producción de aceites con características y calidad particulares, para lo cual es necesario incrementar el estudio básico de la genética y bioquímica de la biosíntesis de lípidos en plantas.
 - f) Preservación de la cantidad y calidad de los granos y semillas durante su almacenamiento, considerada como estratégica para incrementar la oferta de

alimentos, y que consiste en evitar el deterioro en la calidad nutricional de los granos y la viabilidad de las semillas durante su almacenamiento. La ingeniería genética puede contribuir a la introducción de genes que confieren resistencia a insectos y hongos en granos de importancia nacional. Tal es el caso de la proteína de almacenamiento con propiedades insecticida contra los gorgojos comunes del frijol. El desarrollo de sondas para el diagnóstico que detectan la presencia de patógenos específicos en granos y semillas, es un área de gran relevancia.

2) Disminución en el tiempo y costo de los programas de fitomejoramiento.

La ingeniería genética en combinación con las técnicas del fitomejoramiento tradicional, reduce la heterogeneidad genética, con ello, se acorta el tiempo que se requiere para obtener la recombinación deseada y los costos asociados al fitomejoramiento tradicional. Mediante la combinación de técnicas tradicionales de micropropagación con transformación genética, es posible acelerar el crecimiento y vigor de líneas homogéneas libres de virus y patógenos.

3) Desarrollo de biopesticidas y control biológico.

Se pretende, cambiar pesticidas químicos por aquellos de origen biológico. Algunos ejemplos son:

- a) Desarrollo de feromonas para ser utilizadas en el manejo de plagas de insectos con propósitos de trapeo, monitoreo y estudio de poblaciones.
- b) Producción de hormonas jóvenes para suspender el período de maduración de larvas.
- c) Producción de toxinas bioinsecticidas para combatir especies de insectos específicos a partir del uso de bacterias. Una de las tendencias actuales es transferir a las plantas los genes que codifican para estas toxinas, modificados por medio de ingeniería genética para implantar su espectro y aumentar su efectividad.
- d) Uso de patógenos naturales contra plagas (bacterias, virus y hongos) como agentes de control biológico.
- e) La biotecnología facilita el manejo de agentes patógenos de plagas de cultivos con interés comercial, por ejemplo, hongos del género *Trichoderma* tienen un gran

potencial como agentes contra hongos patógenos del suelo y los *Baculovirus*, que son virus de insectos en cuyo genoma es posible clonar genes de patogenicidad, representan una gran promesa ya que no infectan a vertebrados ni a plantas.

4) Evaluación y utilización racional de la diversidad biológica y genética.

Como puede observarse las posibilidades de aplicación de la biotecnología son tan amplias que deberían de permitir a todos los productores desarrollar nuevos procesos de domesticación de las plantas que dan sustento a la alimentación de la población mundial, a partir de extender las fronteras de las familias botánicas hasta hoy conocidas. Si la tecnología no fuera una mercancía que se comercializara estaríamos en posibilidad de afirmar que la agrobiotecnología permitiría la sobrevivencia de los diversos productores pues se estaría en posibilidad de respetar las formas tradicionales de producción logrando con ello, un uso racional de la biosfera en todo el planeta ya que se estaría en posibilidad de generar y utilizar semillas y plantas acordes a los diversos ecosistemas al mismo tiempo, que se incrementa la productividad sin deteriorar el medio ambiente. Sin embargo, la realidad de la aplicación de la nueva agrobiotecnología es otra.

Contexto de la aplicación de los granos transgénicos.

En el periodo de 1996 al 2002 18 países han concentrado el área sembrada con semillas transgénicas pasando de 1.7 millones de hectáreas a 58.7 millones de hectáreas. La tasa de crecimiento promedio anual del área sembrada durante este periodo de tiempo fue 10%.

A escala global los principales cultivos explotados con semillas transgénicas fueron: La soya con 36.5 millones de hectáreas en el año de 2002 (62% del área total), seguido por el maíz con 12.4 millones de hectáreas (21% del área global), algodón 6.8 millones de hectáreas (12%) y la canola con 3 millones de hectáreas (5%). Los 4 principales países productores EUA, Argentina, Canadá y China juntaron respectivamente, para el año 2002, el 66%, 23%, 6 % y 2.1% del área global destinada a granos transgénicos.

Durante este periodo de tiempo las principales características de los granos transgénicos utilizados se asocian a la resistencia a herbicidas y a la inserción del gen *Bacillus Thuringiensis* (Bt) para que las plantas sean resistentes a insectos y con ello lograr una reducción en el uso de pesticidas. En el 2002, la resistencia a herbicidas² utilizados en frijoles de soya, maíz y algodón ocuparon el 75% del total de hectáreas cosechadas; con 10.1 millones de hectáreas plantas (granos) con el gen Bt, y con genes de resistencia a herbicidas e insectos en algodón y maíz ocuparon el 8% del área global de transgénicos en el 2002.

Cuadro 3							
Hectáreas cultivadas con cultivos transgénicos a nivel mundial.							
País	1996 (mha)	1997 (mha)	1998 (mha)	1999 (mha)	2000 (mha)	2001 (mha)	2002 (mha)
USA	1.5	8.1	20.5	28.7	30.3	35.7	39.0
Argentina	0.1	1.4	4.3	6.7	10.0	11.8	13.5
Canadá	0.1	1.3	2.8	4.0	3.0	3.2	3.5
China	0	0	<0.1	0.3	0.5	1.5	2.1
Sud Africa	0	0	<0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Australia	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
Rumania	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
México	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Bulgaria	0	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1
España	0	0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Alemania	0	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1
Francia	0	0	<0.1	<0.1	<0.1	--	--
Uruguay	0	0	0	0	<0.1	<0.1	<0.1
Indonesia	0	0	0	0	--	<0.1	<0.1
Ucrania	--	--	0	<0.1	--	--	--
Portugal	--	--	0	<0.1	--	--	--
Colombia	--	--	--	--	--	<0.1	<0.1
Honduras	--	--	--	--	--	<0.1	--
Total	1.7	11.0	27.8	39.9	44.2	52.6	58.7

Fuente: CropBiotech Net

Entre 1995 al año 2000 el valor estimado de las semillas transgénicas comercializadas sumo un total de \$8976.00 millones de dólares. En el primer año las ventas alcanzaron un valor de 1 millón de dólares para el año 2000, esta cifra obtuvo un valor de \$3044.00 millones dólares (Clive James, 2000).

Según estimaciones del International Service for Acquisition of Agri-Biotech Application (ISAAA) de los principales insumos utilizados en la agricultura a escala mundial las semillas transgénicas son los únicos que presentaron un crecimiento positivo en sus niveles de ventas entre 1999 y 2000(Clive James, 2000).

² Se define la resistencia a herbicidas como la habilidad inherente de las especies para sobrevivir y reproducirse después de ser aplicado un tratamiento de herbicidas normalmente letal en especies silvestres. En plantas la resistencia puede

Cuadro 4		
Mercado Global de insumos agrícolas: por productos		
2000		
Producto	Millones de dólares.	% de cambio respecto a 1999
Herbicidas	13974	-3.08
Insecticidas	8009	-3.0
Funguicidas	5801	-4.4
Reguladores del crecimiento de plantas	1358	-7.8
Granos	3044	+3.7
Transgénicos		

Tomado de ISSAA 2002 cuya fuente fue: Wood Mackenzie Agrochemical Service 2001 (Comunicación personal).

En este último año la participación de los principales cultivos que usaron semillas transgénicas: Soya, algodón, canola y maíz constituyeron, el 36%, 16%, 11% y 7% respectivamente de la superficie mundial cosechada. El común denominador de estos cultivos es que son productos destinados a agroindustria tales como la engorda de ganado (porcino y avícola), la industria textil, la industria química y la industria de alimentos procesados y de saborizantes alimenticios. Así por ejemplo, el aceite de canola se utiliza para la producción de artículos de consumo como la margarina, manteca y aceite para ensaladas. Tanto el aceite de canola como el de colza se emplea para la producción de artículos no comestibles como cosméticos, lubricantes industriales, fungicidas, herbicidas, pesticidas, substancias plasticizadoras, aceites bronceadores y en la sustancia antiestática para productos de papel y de envolturas de plástico. La industria de forraje constituye un mercado importante ya que la torta de la canola se utiliza para las raciones alimenticias del ganado lechero, vacuno, porcino y avícola³ (Manitoba, 2002).

A partir de la información que se presenta queda claro que la principal línea de aplicación de la biotecnología en la agricultura hasta hoy día se orienta a la generación de plantas resistentes a herbicidas, debido a que las grandes empresas agrobioquímicas quieren

ocurrir de manera natural o inducida por técnicas como la ingeniería genética o por la selección de plantas producidas por cultivo de tejidos o mutagénesis.

³ El enfoque de significativas actividades de investigación en cuanto a la industria de la canola, sigue mejorando las características de calidad de la semilla, aceite y torta de la canola. Las gestiones en curso en cuanto a la fitogenética han enfatizado la calidad, resistencia a las enfermedades y mejoras agronómicas. Los resultados de la investigación abarcan aumentos de los contenidos oléicos y de proteínas, un mayor rendimiento de semillas, una tolerancia más pronunciada a las enfermedades, madurez más temprana y el desarrollo de métodos integrados para el control de insectos y enfermedades. La ingeniería genética y biotécnica también contribuye al prometedor futuro de la canola en la medida que asiste en la identificación e incorporación de genes de plantas específicas a las líneas de la canola para abordar problemáticas como la

reducir sus gastos de investigación y desarrollo en la producción de nuevos herbicidas. Al respecto valdría la pena explicar lo anterior.

El control de la maleza sigue constituyendo uno de los problemas más importantes para los productores agrícolas. Las malas hierbas compiten por los nutrientes, el agua y la luz del sol y pueden reducir la producción potencial hasta un 70%. Los agricultores suelen combatir las malas hierbas fumigando los campos con varios tipos de herbicidas, cada uno de ellos destinado a un tipo de mala hierba determinado. Pero muchos herbicidas pueden dañar los cultivos y las semillas y pueden contaminar el aire y el agua. Los agricultores también aran la tierra para matar las malas hierbas antes de plantar o fumigan los campos con herbicidas de espectro más amplio más benignos con el medio ambiente antes de que las plantas de cultivo hayan brotado; pero estas prácticas pueden hacer que el agua y el viento erosionen los campos.

Darmency (2003) señala que, el uso de extenso de herbicidas se dio a partir de la segunda mitad del siglo XX, a partir de este momento se intentó diseñar herbicidas selectivos. La tarea del diseño recayó íntegramente en las compañías agroquímicas. Este autor demuestra que hasta entonces, nunca se considero la necesidad de evaluar el impacto de los herbicidas en las plantas sembradas dado que el control de maleza no era parte del control de la reproducción de plantas. Nuevas moléculas químicas en los herbicidas fueron lanzadas al mercado y aplicados a varios tipos de cultivos para demostrar su seguridad (selectividad) y sus propiedades.

Esta clase de herbicidas fue asumida como de impactos homogéneos sin considerar sus efectos en distintos tipos de cultivos. Los productores no tomaron en cuenta las nuevas propiedades de los productos químicos y su impacto en los cultivos. Respuestas heterogéneas se observaron en los diferentes cultivos a los que se aplicó los herbicidas, no sólo al nivel de pequeñas variaciones morfológicas o de vigor, sino también en cuanto a efectos genéticos. Tal es el caso de la *Triazina* en Maíz, el *Barban* en la cebada, el *Chlorotoluron* y el *Metoxuron* en trigo, y el *Metribuzine* en soya y en maíz. En la década de los setenta fue cuando se consideró la posibilidad de producir semillas resistentes a herbicidas en la medida en que se había

resistencia a herbicidas e insectos. Estas adaptaciones tecnológicas les permiten a los productores lograr un rendimiento

descubierto que varias especies de maleza eran resistentes a la *Atrazina*, la resistencia observada se debió a la mutación del gen psb A. (Darmency 2003)

La puesta al mercado de semillas resistentes a herbicidas se dio cuando se logró hacer que la colza fuera resistente a la *Atrazina* mediante el cruzamiento con una especie de colza silvestre que era resistente a este producto químico. Con las nuevas técnicas de cultivo de tejidos y la aplicación de la ingeniería genética la producción de semillas resistentes a herbicidas se constituye en una realidad tecnológica.

Para las empresas *agrobioquímicas* las semillas resistentes a herbicidas les permitió el perfeccionamiento de herbicidas en cultivos en donde no había sido desarrollados a fin de enfrentar problemas agudos en el control de maleza que se presentaban en algunos cultivos tales : como el *Solanea* en el jitomate o la planta silvestre *Brassicaceae* en la colza. Otro objetivo y quizás sea el más importante fue la extensión de tratamientos químicos a fin de permitirles incrementar el porcentaje de aplicación de herbicidas para controlar un amplio rango de flora nociva en diferentes cultivos. Paradójicamente la flexibilidad en la aplicación de estas semillas transgénicas posibilita aplicar el llamado Manejo Gerencial Integral de Plagas (IPM) el cual permite ampliar el uso de herbicidas para el control de maleza. El IPM consiste en fumigar los campos con herbicidas de espectro amplio después de que los cultivos resistentes a herbicidas hayan brotado y echado raíces. Con ello se perfeccionarían los compuestos químicos que dan eficacia a los pesticidas haciéndolos más amigables con el medio ambiente. Para las empresas *agrobioquímicas* la instrumentación ampliada del IPM les daría la posibilidad de incrementar sus ganancias pues les reduciría sus gastos de investigación y desarrollo por nuevos productos y extendería la utilidad de las pruebas de toxicidad desarrolladas para los herbicidas. La producción de semillas resistentes a herbicidas equivaldría a crear nuevas moléculas químicas para crear nuevos herbicidas. En consecuencia el eje de la investigación para el control de plagas está pasando de la industria química a la biotecnología de plantas, y el control tecnológico de ello lo tienen las grandes empresas agroquímicas.

El cultivo en donde podemos observar la aplicación del IPM lo constituye la soya: prácticamente toda el área sembrada con soya se trata con herbicidas, fundamentalmente porque la existencia de maleza puede reducir la calidad de la soya cosechada. Los nuevos herbicidas (como el glifosato de Roundup) son los más "amistosos" al ambiente que jamás se hayan sido utilizados, pero desafortunadamente tienen el mismo efecto en plantas útiles como en malezas. El glifosato resulta tan dañino porque inhibía un proceso bioquímico fundamental de las plantas. Algunos años más tarde, científicos alemanes demostraron que el glifosato interrumpía concretamente la función de una enzima llamada EPSP sintetasa, que es responsable de la síntesis de algunos aminoácidos esenciales vital para todas las plantas. El ser humano no puede fabricar estos aminoácidos, tiene que absorberlos por la alimentación.

Por eso la búsqueda en los últimos 10/15 años por una soya que sea resistente al glifosato. Los investigadores sabían que existía en el suelo una bacteria (*agrobacterium sp*), probablemente también desarrollada por mutación natural, que resiste al glifosato. Después de años de investigación se logró transferir el gen que le da resistencia a la bacteria a una célula de la soya. El gen transferido entonces produce una enzima de la misma funcionalidad que la enzima EPSP sintetasa, pero resiste o tolera el glifosato. Las enzimas proteicas del tipo EPSPS están presentes en muchas plantas y alimentos por lo que no son proteínas nuevas ni para seres humanos ni para animales. La única diferencia es una secuencia algo diferente de aminoácidos. Además se ha comprobado que esta enzima se degrada en el estómago y no tiene ninguna actividad enzimática pasando un lapso de 2 minutos, por eso tampoco es alergénico porque dichas proteínas deben de ser estables contra los ácidos del estómago.

Al contrario de los herbicidas tradicionales de suelo, este nuevo herbicida se usa solamente cuando se necesita y se aplica en el follaje no en el suelo, se usa normalmente una sola vez y es muy amistoso al ambiente es decir: presenta integración rápida en el suelo, buena biodegradabilidad y baja toxicidad hacia animales y seres humanos. En síntesis la nueva agrobiotecnología tiende a reducir las ventajas comparativas entre países derivadas por la fertilidad natural de los suelos ya que el manejo genético de las plantas posibilita impulsar

patrones de producción homogéneos. De esta forma las nuevas ventajas comparativas se establecen en función del control tecnológico de la ingeniería genética cuya base es el control germoplasma mundial. Esta última es la que determina el modelo de desarrollo de las innovaciones tecnológicas del sector agropecuario tal es el caso de la puesta en marcha del Manejo Gerencial Integral de Plagas.

Impactos de las semillas transgénicas.

El mercado internacional.

La aparición de semillas transgénicas en el mercado mundial agrícola ya ha provocado modificaciones en los flujos tradicionales de comercio internacional de granos. Los productores del sureste de Estados Unidos de Norteamérica (EUA) indican que las importaciones de soya provenientes de Brasil y Argentina se han incrementado de manera importante durante los dos últimos años (American Farm Bureau, et al, 2003). Así por ejemplo señalan, que de Septiembre a Diciembre del 2002, 94717 toneladas métricas de alimento de frijol de soya fueron importadas de Brasil y 27050 toneladas métricas de trigo de la Gran Bretaña entrando por el puerto de Wilton en New Caroline. La autorización de estas importaciones cobra atención en la medida en que una tercera parte de los 330 millones de acres plantados para los principales cultivos en el sudeste de Estados Unidos de Norteamérica (EUA) están dedicados a producir ingredientes para la alimentación animal en el mercado doméstico. Estiman que de mantenerse la tendencia creciente de importaciones se presentarán efectos en el sector agrícola de esta región de los EUA.

Estas importaciones forman parte de compras colectivas de empresas productoras de carne orientadas a satisfacer las necesidades de ingredientes alimenticios para ganado. El arriendo de la terminal de portuaria de Wilton es parte de una estrategia orientada a conseguir lo siguiente:

- Mejorar su apalancamiento en la negociación con relación a las tasas de flete por ferrocarril.
- Mejorar su apalancamiento respecto a los productores de soya del sudeste de E.U.A.

- Diversificar sus fuentes de oferta.
- Tomar ventaja de los factores estacionales asociados con los procesos de siembra del Sudeste de EUA.
- Minimizar el costo de los ingredientes de los alimentos.

Esta necesidad de diversificar sus fuentes de abastecimiento se debe al crecimiento en los niveles de producción de carne de cerdo y de aves de corral en el sudeste de EUA lo que ha ocasionado una déficit en la producción de soya que es requerida en esta región. Desde 1990, el volumen de cerdos sacrificados aumento en más del doble y la producción de pollo tierno creció en 31% en el mismo periodo de tiempo. Al mismo tiempo, la producción de soya se ha estancado resultando un déficit en demanda de alimentos para animales.

El cuadro siguiente nos ilustra como del total de soya y de granos y subproductos destinada para la engorda de pollo y de cerdo en los EUA la región sudeste satisfizo respectivamente el 50.5% y 14%.

Uso final	Alimento de Soya		Granos y Subproductos	
	EUA	Sudeste	EUA	Sudeste
Pollo tierno.	11,179	5,654	31,648	16,007
Cerdo	8,415	1,191	49,778	7,043
Ganado Vacuno	4,553	93	62,849	1,287
Ganado Lechero	2,778	151	28,815	1,567
Pavos	2,149	601	7,843	2,195
Producción de Huevo	1,538	455	8,101	2,395
Otros alimentos	1,610	440	9,966	1,608
Total de alimentos	32,223	8,586	199,000	32,103
Alimentos/semillas/industria	854	25	94,000	n.a.
Total	33,077	8,611	293,000	n.a.

Fuente: American Farm Bureau Federation et al 2003.

Esta fuente señala que el comportamiento de los costos de transporte al interior de EUA no se ha incrementado significativamente; El costo de transporte no ha caído en niveles tales que se convierta en una ventaja para elevar la competitividad de los productores externos. El costo de producción de los granos no se ha acrecentado al interior de los EUA.

Los factores que explican las razones por las que Brasil y Argentina se están convirtiendo en exportadores de soya son:

- a) Han tenido un significativo descenso en su costo de producción y un perfeccionamiento de sus sistemas logísticos.
- b) La reducción del costo en la producción de soya tanto en Brasil como en Argentina se explica en gran medida por la evasión del pago de licencias tecnológicas por el uso de la semilla Roundup Ready®. Esta semilla es resistente al uso de herbicidas. La biotecnología ha provocado indudablemente un impacto sobre el precio que los agricultores están dispuestos a pagar por los insumos. Antes de la aparición de la semilla de soya Roundup Ready® de Monsanto, los agricultores pagaban US \$ 30+ por acre (US 74 por hectárea) para mantener sus campos libres de maleza. Este precio se redujo aproximadamente a US \$ 22 - US \$ 25 (US 54.32 – US 61.72 por hectárea). La historia es semejante con otras cosechas como maíz Bt y algodón Bt en los que se necesita menos tratamientos con insecticida. “Consejo de granos de EE.UU. 2000 Pag. 9.
- c) Manejaron adecuadamente las políticas cambiarias,
- d) Las compañías internacionales productoras y comercializadoras de granos están menos preocupadas acerca de la reacción de los granjeros por el incremento de las importaciones.

Estas hipótesis explicativas son demostradas a partir de la estimación del costo de producción de soya entre los países antes mencionados.

Cuadro 6				
Comparación del costo de producción de soya en EUA, Brasil, y Argentina, 1998/99				
Tipo de costos.	EUA	Brasil Parana Mato Grosso	Argentina	
----- <i>US\$ per acre</i> -----				
Costos variables	78.59	115.14	132.06	96.29
Costos Fijos	156.32	56.95	30.01	102.47
Total	234.91	172.09	162.08	198.76
Tasa de rendimiento(bu./acres.)	46.00	41.35	41.65	50.60
----- <i>US\$/bushel</i> -----				
Costo total por bushel	5.11	4.16	3.89	3.92
Precio en granja (Oct. 1998)	5.16	4.81	4.58	4.98
Tasa de retorno	.05	.65	.69	1.06

Fuente: Agriculture Outlook. ERS/USDA

El cuadro anterior se calculó tomando en cuenta los costos de transporte de la producción de grano de los países de origen hacia el puerto de Rotterdam. Este cuadro es un intento de medir la competitividad de Argentina, Brasil y EUA respecto a sus ventas de soya hacia la Comunidad Económica Europea. El resultado del análisis señala que EUA tiene un menor costo variable por acre respecto a sus competidores pero expresa un mayor costo fijo. Esto es debido al alto precio de la tierra y al mayor costo de utilización de la maquinaria y equipo debido a que los predios en donde se siembra soya son mucho más pequeños que los utilizados en Brasil y Argentina. De esta evaluación se desprende que la utilización de semillas resistentes a herbicidas nivela las condiciones de producción entre productores pero que esto debe ser acompañado con una estrategia de concentración de la tierra para disminuir los costos fijos y hacer operativo el incremento de la productividad debido al mejoramiento genético de las plantas.

Escenarios de aplicación de la agrobiotecnología en México.

Para especificar el impacto de la aplicación de transgénicos en México revisaremos el estado que guarda la producción del sorgo y el maíz, cultivos que constituyen la punta de lanza en la introducción de semillas transgénicas en el mundo.

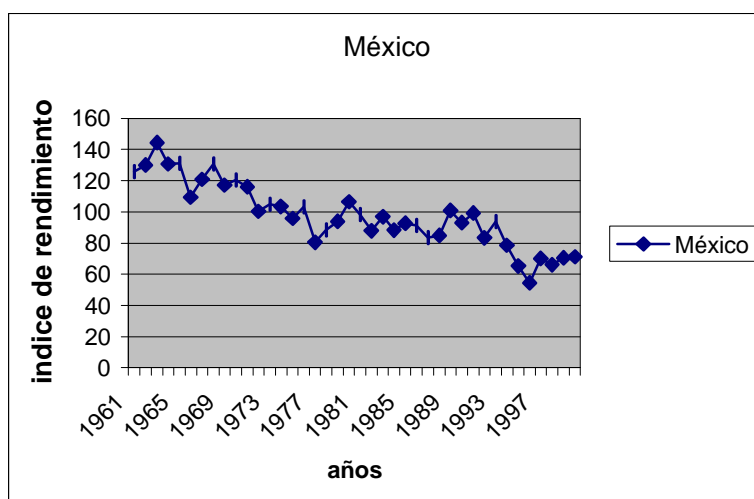
La producción de Soya.

En la década de los sesenta México presentaba niveles de rendimiento similares a los observados a los EUA y Canadá y muy superiores a los mostrados por Argentina y Brasil. Para la década de los noventa, nuestro país disminuye el rendimiento en la producción de soya y se sitúa por debajo del de los países antes mencionados.

La pérdida de competitividad en la producción de soya la podemos observar si calculamos el índice de rendimiento promedio de producción entre los cinco países antes mencionados. Este índice se define de la siguiente manera:

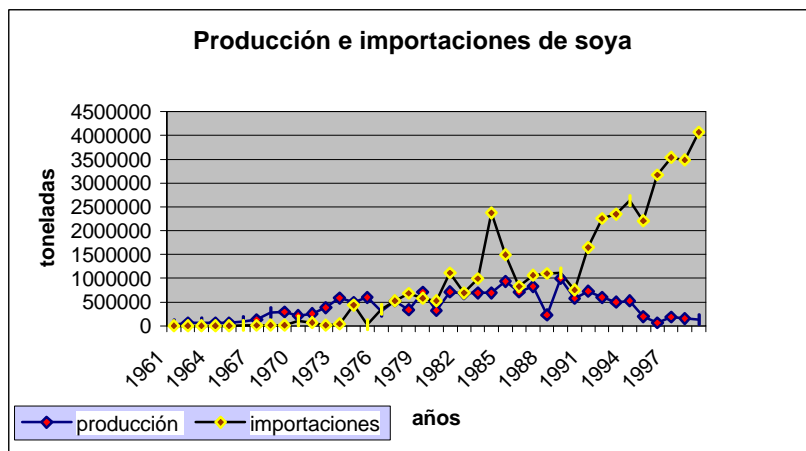
$$IR = \frac{\text{Producción país } X \text{ año } i}{\text{Producción Promedio de Países año } i} * 100.$$

México en 1960 presentaba rendimientos promedio por hectárea superiores al promedio de la producción de los países antes considerados. A partir de 1970 nuestro país presenta rendimientos por debajo del promedio de los productores aludidos, hasta llegar al año 2000 con rendimientos inferiores en un treinta por ciento al promedio de los países. No obstante que después de la década de los sesenta se observa un cambio en el uso de la tierra en México; se pasa de la producción de granos básicos a la producción de forrajes debido al crecimiento del sector ganadero. La reducción en los rendimientos se ve acompañada de una disminución acelerada de la producción interna y un crecimiento explosivo de las importaciones acorde con el crecimiento de la producción ganadera.⁴



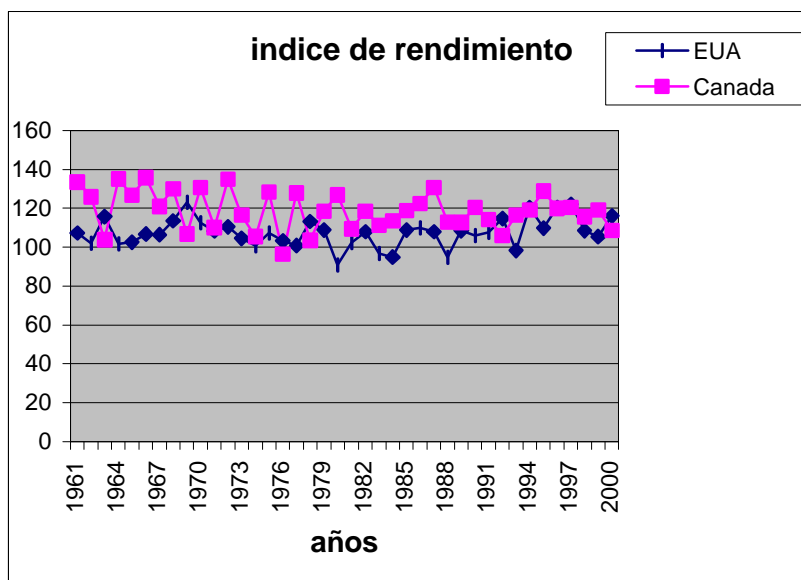
⁴ La dependencia del país de granos forrajeros es de tal magnitud que México compró para el ciclo 1998/1999 el 55% del sorgo exportado por EUA.

Fuente: Elaboración propia basándose en: estadísticas básicas del sector agropecuario 1980-2000



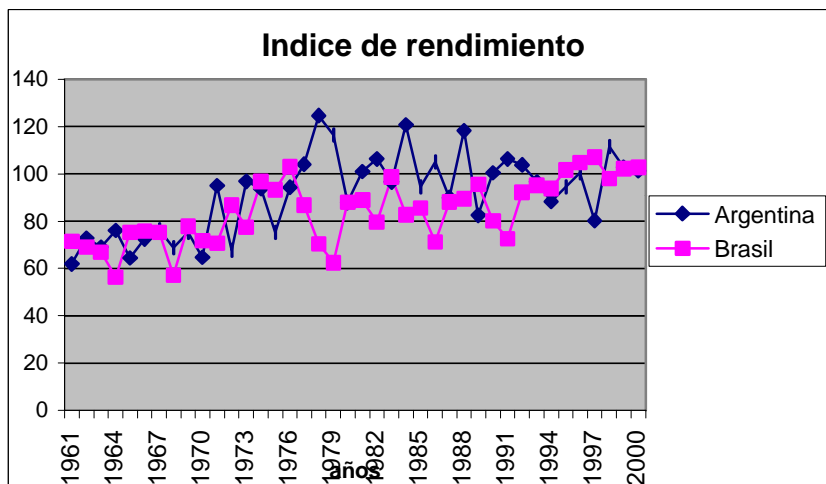
Fuente: Elaboración propia basándose en: Estadísticas básicas del sector agropecuario 1980-2000.

Con lo que respecta a EUN y Canadá observamos que se mantienen por arriba del promedio de la producción de los países de la región, manteniendo una tendencia constante en cuanto a su margen de sobreproducción, de alrededor de 20% durante el periodo de análisis, respecto al promedio de los países. Estos datos nos confirman las tendencias al estancamiento en los crecimientos de productividad de los productores de soya de EUA.



En cuanto a Brasil y Argentina distinguimos claramente que estos países han mantenido una tendencia creciente en su productividad llegando, para la década de los noventa, a presentar niveles de rendimiento similares al promedio de productores de la región. Cabe subrayar que

al inicio de la década de los sesenta estos países estaban por debajo en los rendimientos respecto a México.



Los datos analizados nos indican que las tendencias internacionales nos ubican en el segundo escenario de aplicación de las innovaciones tecnológicas a saber: Se genera un proceso de homogenización de las condiciones de producción a escala internacional. En el marco interno las condiciones de producción para el uso de la semilla transgénica de soya requiere necesariamente que se utilicen tierra de riego lo cual implicaría la sustitución de cultivos, dado que la tierra disponibles para riego actualmente es de 6500 miles de hectáreas. En el período de 1979 - 81 el número de hectáreas de riego fue en promedio de 4980 miles de hectáreas.

Para lograr lo anterior tendría que elevarse la rentabilidad en la soya a fin de que esto suceda. Un indicador para medir la rentabilidad de los diferentes cultivos lo constituye el denominado densidad económica por grupo de cultivos.⁵

⁵ Este indicador se calcula dividiendo la participación de la producción por grupo de cultivos entre la participación de la superficie sembrada por grupo de cultivos. Este indicador nos mide el incremento porcentual del valor de la producción por hectárea sembrada, es decir con un incremento porcentual de la superficie sembrada el valor de la producción aumenta en x porcentaje.

Cuadro 7	
Densidad Económica por Grupo de Cultivos promedio 1990 –2002 Porcientos.	
Hortalizas	7.23
Frutales.	2.66
Industriales	1.32
Forrajes	0.80
Otros.	0.79
Cereales	0.53

Fuente: SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003. Análisis Comparativo de Indicadores del Sector alimentario en México y otros países 2003. México.

A partir de este indicador se puede observar que la rentabilidad de los granos forrajeros es muy baja comparándola con la rentabilidad de hortalizas y frutas. Es de esperarse que el uso de semillas transgénicas de soya reduzca los costos de aplicación de herbicidas en un 33% (véase página 25) reducción de costos que a todas luces resulta insuficiente para competir por el uso de las tierras en las cuales se cultiva frutas y hortalizas. Tendría asimismo, que mejorarse los sistemas de riego, incrementarse de manera acelerada el uso de fertilizantes y aumentar la utilización de maquinaria especializada. Lo cual implicaría un incremento de la inversión pública y privada y una estrategia de largo plazo para homogeneizar las condiciones de producción de los potenciales productores de granos forrajeros.

Cabe señalar que la producción de frutas y hortalizas se caracteriza por la utilización intensiva de fuerza de trabajo y por su vinculación directa a procesos de transformación industrial. Esto significa que la dinámica de innovación tecnológica, en estos cultivos, se fundamenta en una baja relación capital / trabajo y por otra parte, en buscar satisfacer los requerimientos de calidad y uniformidad de producto los cuales son determinados por el sector industrial es decir, Los denominados cultivos tropicales (frutas y hortalizas) son altamente rentables y sus niveles de inversión son comparativamente más bajos que la producción de cereales y de granos forrajeros. Utilizar la semilla transgénica de soya a fin de buscar impulsar la inversión en el sector agrícola implicaría entonces desarrollar un proceso de sustitución de exportaciones del frutas y hortalizas por la exportación de carne de pollo, res y cerdo. En este escenario el Gobierno Federal tendría que buscar establecer eslabonamientos productivos

entre el sector agrícola y el sector pecuario y en paralelo, buscar que la actividad de empaquetado de carne elevara sus niveles de eficiencia para lograr tener un margen de transformación con mayor valor agregado en la cadena a fin de satisfacer el mercado interno y eventualmente lograr convertir a México en un exportador tanto de soya como de carne de cerdo, pollo y res. En este escenario se dejarían de producir alimentos para la población en general a cambio de producir alimentos para animales. Y aún suponiendo que esto pasará, al no tener el control de la tecnología de producción de semillas transgénicas se tendría que enfrentar a los productores norteamericanos los cuales exigirían a sus transnacionales que se igualará la competencia mediante el pago por el derecho de utilización de estas semillas, como actualmente sucede con Brasil y Argentina. A pesar de que aparentemente los agricultores norteamericanos y las empresas agroquímicas tienen intereses encontrados, su punto de intersección lo constituye la búsqueda de la ganancia por lo cual, las grandes transnacionales le dejarán a los agricultores el trabajo sucio de hacer efectivo el cobro por el pago de patentes derivadas del uso de semillas transgénicas a los agricultores de otros países. Otro hecho que hace dudar de la viabilidad de esta estrategia de desarrollo agropecuario es la negativa del Gobierno Japonés para abrir sus mercados de pollo, res y cerdo ante una eventual firma de Tratado de libre Comercio con nuestro país.

La producción de maíz.

El maíz grano es por tradición base de la alimentación de la sociedad mexicana realizándose su producción prácticamente en todos los estados de la República, bajo un mosaico de formas y procedimientos productivos con diferentes grados de tecnificación y utilización de una amplia variedad de semillas, que se refleja en las características del producto.

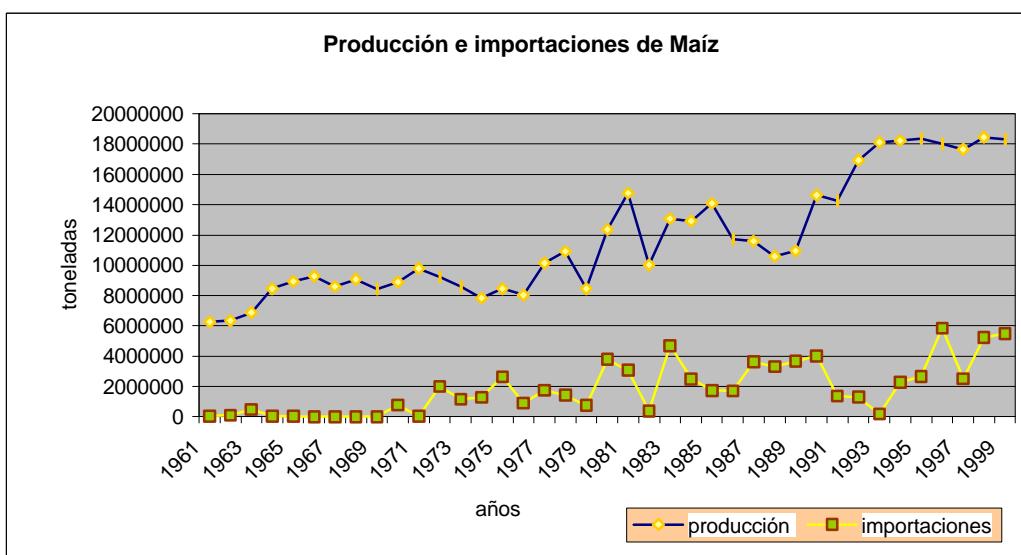
En México la producción de maíz se destina predominantemente al consumo humano y, en menor medida pero con volúmenes crecientes a lo largo de la última década para el consumo pecuario e industrial.

En el consumo humano del grano se observan dos vertientes 1) el consumo propiamente de los productores el cual destinan una parte para el autoconsumo y el sobrante lo comercializan en mercados locales y regionales, y; 2) el consumo, cuyo fin es su industrialización.

En los procesos industriales del maíz se genera un abanico de productos que van desde la tortilla hasta los cereales de mesa, aceites comestibles, frituras, almidones y fructuosa. El maíz también es utilizado como alimento para el ganado en forma directa o es canalizado a la industria de alimentos balanceado, principalmente para aves y cerdos.

En este sentido, el maíz es materia prima de actividades industriales específicas, en cuyos procesos productivos hacen posible la ocupación de un buen número de trabajadores, además de los que directamente laboran en el campo en la producción del grano.

Con lo que respecta al volumen de producción, este cultivo ha mantenido una tendencia creciente desde 1961 hasta el año 2000. El comportamiento de las importaciones presenta ciclos de estacionalidad paralelos a las tendencias de la oferta nacional es, decir las importaciones se incrementan o disminuyen en la medida en que la producción opera en sentido contrario.



Fuente: Elaboración propia basándose en: estadísticas básicas del sector agropecuario 1980-2000.

Durante 1990-1998, la superficie sembrada representa el 52.8% de la superficie nacional de los cultivos cíclicos en cada año agrícola. En el ciclo Primavera –Verano, durante 1990- 1998, la producción de maíz alcanza un promedio de 14 millones de toneladas, mientras que para el ciclo Otoño-Invierno, durante el mismo periodo de tiempo, se produjeron 3.1 millones de toneladas en promedio. El primer ciclo representa el 81.7 % del total de la producción y el segundo 18.3%. Es importante señalar que la aportación del ciclo Otoño-Invierno tiende a incrementarse de tal manera que en el año de 1990 la producción de maíz fue de 1.4 millones de toneladas, mientras que en 1998 se situó en 3.3 millones de toneladas. La tasa de crecimiento promedio anual de la producción para este ciclo agrícola fue de 11.4 %, mientras que para el ciclo Primavera – Verano fue 1.7%. Las diferencias en el crecimiento de la productividad se explican la medida en que el primer ciclo, los productores que abastecen el mercado, tiene sistemas de riego y utilizan de manera intensiva e integrada insumos y bienes de capital, en consecuencia tienen mayores posibilidades de obtener crédito. Por su parte los productores que abastecen la demanda en el ciclo Primavera – Verano son productores de temporal y presentan una utilización de insumos intermedios y de capital no integrados. Las principales regiones que abastecen en este ciclo son Altiplano Central⁶, Pacífico Sur⁷ y Bajío.⁸

La contingencia de utilizar maíz transgénico en México dependería de las características de los productores, en consecuencia sólo estarían en posibilidad de utilizarlos los productores que satisfacen la demanda en el ciclo Otoño-Invierno es decir los productores de las regiones Noreste⁹ y Norte del país.¹⁰ En términos de rendimiento por hectárea el Estado de Sinaloa es el de mayor productividad siendo su promedio para el periodo 1990 – 1998 de 7.13 toneladas por hectárea, que en relación al nacional representa el doble, lo que obedece en gran medida al uso de semillas híbridas, a la aplicación de paquetes tecnológicos, a la introducción de maquinaria especializada y fundamentalmente a que tienen sistemas de riego. En contraste

⁶ Distrito Federal, Hidalgo, México, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.

⁷ Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán y Oaxaca.

⁸ Guanajuato y Jalisco

⁹ Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora.

¹⁰ Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.

que la mayoría de las hectáreas cosechadas con maíz esta supeditada a la humedad natural o a la ocurrencia de lluvias.

De esta manera de aplicarse de manera intensiva el uso de semillas transgénicas lo que se lograría es acentuar las diferencias entre los productores, concentrar el financiamiento y la inversión en la zona Noreste y Norte del país, limitar la producción del resto de las regiones a mercados locales y regionales y evitar la estacionalidad de la oferta de maíz explicada en gran medida por las condiciones climáticas. Esto en función de que el tamaño de los predios de la mayoría de los productores de maíz se constituye en un freno para la aplicación de la agrobiotecnología ya que en muy pocos productores tienen el nivel de rentabilidad necesario para financiar programas de mejoramiento de cultivos. El uso de Bt maíz transgénico reforzaría su consumo para la alimentación animal el cual tuvo un promedio durante el periodo de 1996-1998 de 8 millones de toneladas, en donde predomina el consumo de alimentos balanceados con una participación de 84%, para este mismo lapso el consumo humano fue de 11,4 millones de toneladas. (SAGARPA. Centro de estadísticas agropecuarias.)

Según el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo) (2002) ante la presión por el uso de semillas transgénicas “Urge establecer una base de datos sobre los maíces criollos de México y en el resto del mundo, que contenga información acerca de las características agronómicas y de calidad de esos materiales, así como también información genética, cuando sea factible. Además de proporcionar un nivel “base” de la diversidad y de ser útil para los programas fitogenéticos, dicha base de datos tendría otras aplicaciones prácticas. Para dar un ejemplo: en el debate en torno a si debía patentarse o no el maíz con alto contenido de aceite, no había datos fácilmente disponibles que mostraran que el maíz criollo mexicano con alto contenido de aceite hubiera sido cultivado antes de que se solicitaran las patentes. Esto indica que el valor de la biodiversidad podría reducirse por no tener acceso a cierto tipo de información que podría obtenerse fácilmente en una base de datos.” Asimismo afirma que: “dado el advenimiento de nuevos cultivos y productos —transgénicos o de otra índole—, es posible que algún gen que no debería distribuirse libremente en el medio ambiente lograra difundirse y, por tanto, es necesario contar con distintas opciones para

controlar o revertir su difusión. Tal difusión sería mucho más fácil de contener en el banco de germoplasma que en el campo. Por ejemplo, si llegara a ocurrir la introducción masiva de uno o varios genes indeseables (e.g., de genes que determinan las características de algún producto industrializado para consumo humano) en el campo, sería absolutamente crítico contar con mucho más información de la que tenemos ahora acerca de los factores que afectan el flujo de genes en el maíz y de cómo revertir, contener o atenuar las repercusiones de la difusión de un gen dañino o indeseable. Por tanto, se debería dar prioridad a las investigaciones en este campo.” Estas recomendaciones deben de ser tomadas en cuenta dado que el uso de transgénicos del maíz no está siendo desarrollado para condiciones de producción locales lo cual implica que se sigue profundizando la incapacidad para lograr condiciones de producción más homogéneas para los productores. Las empresas semilleras ajustan sus variedades más rentables a las condiciones ambientales del mundo desarrollado, donde los agricultores pueden pagar semillas caras.

Conclusiones.

El desarrollo y aplicación de las semillas transgénicas en México representan la continuidad del modelo intensivo de producción agrícola el cual se caracteriza por un uso acelerado de insumos industriales y de bienes de capital. La posible aplicación de la *agrobiotecnología* se sustentará sólo en aquellos productores que tuvieron éxito en la aplicación de este modelo intensivo.

Lo realmente novedoso de la aplicación de las técnicas biotecnológicas en la agricultura mundial reside en que la base de incrementos de la productividad de este sector es que pasa del sector químico al uso de la biosfera, en particular al uso de la genética de plantas sin que esto implique un rompimiento o una disminución de la rentabilidad de las empresas agroquímicas en la medida en que son estas empresas las que determinan la forma de utilización y la lógica de expansión en el uso de las semillas transgénicas en el ámbito internacional. Los procesos de cambio tecnológico derivados de la aplicación de la *agrobiotecnología* se están dando de manera acelerada a escala mundial sin que existan

evidencias de que se están dando procesos de convergencia en el uso de la tecnología entre diversos productores.

En esta alineación del mercado mundial, el eje del proceso de acumulación en la agricultura en México dependerá a la vez de que el sector agrícola capitalista moderno se articule con las agroindustrias de mayor dinamismo lo cual implicará que la tasa de ganancia de estos sectores sea lo suficientemente alta para provocar una mayor superficie cultivada de soya, sorgo, y de oleaginosas (granos forrajeros) que permitan sustentar el crecimiento del sector productor de carne de cerdo y derivados, pollo y ganado vacuno. Cabe nuevamente subrayar que la industria de forrajes se orienta sobre todo al consumo de grupos población de ingresos medios y altos privilegiados o al mercado exterior. Los animales y los consumidores externos comen más alimentos básicos producidos en México que el grueso de los mexicanos. Esto implica que el problema Alimentario en México no solo se debe a la falta de producción, sino que debe atribuirse a las deficiencias en el proceso de distribución y sobre todo a la falta de ingreso para mejorar el poder adquisitivo de la mayoría de la población.

Cabe recordar que México es un país de alta diversidad de parientes silvestres de maíz, por lo que hay que considerar que los beneficios agronómicos del uso de los transgénicos no están definidos ni estudiados y además existe riesgos conocidos y desconocidos en materia sanitaria y ambiental, por lo que no debiera sembrarse maíz transgénico hasta no garantizar que no existen peligros ni ambientales ni para la salud, y que además existe un beneficio claro para nuestro país y sobre todo para los agricultores que viven y han vivido por centenares de años de sembrar tan importante cultivo. No es conveniente en suma utilizar transgénicos con el objetivo de que la agricultura nacional quede controlada por las grandes multinacionales. (Así, en suma, la utilización de transgénicos no sólo no resolverá la crisis alimentaria del país, y si por el contrario hará que la agricultura nacional quede controlada por las grandes multinacionales).

Bibliografía.

American Farm Bureau Federation, American Soybean Association, National Corn Growers Association, United Soybean Board 2003. Southeast US Feedstuff Imports: Causal Factors and Recommended Response. Promar International: Alexandria VA, USA.

Brookes G. and P. Barfoot 2003. GM Rice: Will This Lead the Way for Global Acceptance of GM Crop Technology? ISAAA Briefs No. 28. ISAAA: Ithaca NY.
Camara de diputados. 2001. Estadísticas básicas del sector agropecuario 1980-200: H. Congreso de la Unión. México.
Clive James 2000. Global status of comercial transgenic crops: 2000. ISAAA Brief No 23: Preview. ISAAA: Ithaca NY.
Clive James 2001. Global status of comercial transgenic crops: 2001. ISAAA Brief No 24: Preview. ISAAA: Ithaca NY.
Consejo de granos de EE.UU 2000. 1999-2000 Informe sobre la calidad de granos de valor acrecentado. Consejo de granos de EE.UU: Savoy Illinois USA.
Field Monitor. Issue april 3 del 2002.
Gollehon, Noel and Margriet Caswell, 2000. "Confined Animal Production Poses Manure Management Problems ", Agricultural Outlook, ERS, USDA.
H. Darmency 2003. Transgenic herbicide-resistant crops: What makes the difference? En Tamás Lelley Ervin Balázs and Mark Tepfer 2003. Ecological Impact of GMO Dissemination in Agro-Ecosystems. BOKU, OECD IFA: Australia.
INEGI 2002. El Sector alimentario en México 2002., INEGI. México.
Kato Maldonado Luis y Rene Bello Orbe 2002. Impactos de la biotecnología en sector Porcino. UAM, FIRA-BANXICO, CAMBIO TEC: México.
Manitoba, Agriculture and Food 2002: Canola. Reporte técnico. Junio del 2002
Robert L.Paarlberg 2000. Governing the GM crop revolution: Policy Choices for Developing Countries. International Food Policy Research Institute.
SAGARPA y SIAP. Septiembre 2003. Análisis Comparativo de Indicadores del Sector alimentario en México y otros países 2003. México.
CIMMYT Mayo 2002. El maíz transgénico en México: Hechos actuales e investigaciones por hacer en el futuro.