



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

*EL SISTEMA AGROALIMENTARIO Y LA BIOTECNOLOGÍA
AGRÍCOLA EN MÉXICO: 1996-2016*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:
FERNANDO MEDINA IRIARTE

DIRECTOR DE TESIS:
DR. SERGIO EFRÉN MARTÍNEZ RIVERA



Ciudad Universitaria. CD. MX., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	1
1. La agricultura en el capitalismo contemporáneo: 1930-1996	4
<i>Capitalismo en la agricultura</i>	5
<i>Esbozo teórico sobre la tecnificación de la agricultura</i>	12
<i>La agricultura dentro de un sistema económico</i>	16
2. El papel de la biotecnología en el sistema agroalimentario global: 1996-2016	21
<i>El sistema agroalimentario</i>	22
<i>La biotecnología agrícola</i>	23
<i>El desarrollo del sector biotecnológico y la relación con el sector agroindustrial</i>	24
3. La comercialización de los cultivos genéticamente modificados y la experiencia internacional: 1996-2016	34
<i>Aspectos económicos</i>	44
<i>Aspectos ambientales</i>	48
<i>Aspectos sociales</i>	52
<i>Aspectos políticos</i>	54
4. Los cultivos genéticamente modificados en México: algodón, maíz y soya: 1996-2016	57
<i>La comercialización biotecnológica: algodón, maíz y soya</i>	59
<i>Algodón GM</i>	64
<i>Maíz GM</i>	67
<i>Soya GM</i>	70
5. Los impactos económicos, ambientales, sociales y sus efectos generados por los cultivos genéticamente modificados en México	72
<i>Impactos económicos</i>	73
<i>Impactos ambientales</i>	75
<i>Impactos sociales</i>	76
6. Conclusiones	79
Bibliografía	84

Introducción

El presente trabajo de Tesis tiene como objetivo central, mostrar la dinámica de la (re)configuración del sistema agroalimentario global con la introducción de la biotecnología agrícola, así como exponer, cual es el papel que juega la agricultura dentro del sistema capitalista, demostrando desde la Crítica a la Economía Política (CEP) sus límites, obstáculos y el cómo y porque interviene el capital en el sector agrícola. A su vez, detallar la experiencia internacional de la utilización de la biotecnología agrícola, mostrando sus respectivas implicaciones económicas, sociales, ambientales y políticas de manera global, como de manera local en México.

La introducción de la biotecnología agrícola ha representado una serie de impactos positivos como negativos, pero que representan afectaciones económicas, ambientales y sociales de diversa índole, desde una reconversión productiva de cultivos nacionales hacia cultivos Genéticamente Modificados (GM), afectaciones a actividades agrícolas por medio de contaminación de genes, así como la modificación de ecosistemas enteros para localizar un cultivo GM en específico, que han resultado en una serie de protestas campesinas enfocadas a la imposición de cosechar con esta tecnológica en detrimento de las condiciones y necesidades alimentarias del país, que favorecen al capital multinacional. Este trabajo muestra cómo se reconfigura el sector agroalimentario en favor de las grandes multinacionales tanto en biotecnología como en alimentos y bebidas, resultando una estrategia implementada desde las organizaciones internacionales, a fin de establecer políticas específicas de alimentación y producción de alimento.

La importancia de estudiar este tema radica en la problemática económica, ambiental y social que está inmersa la dinámica capitalista contemporánea, en su crisis alimentaria, producto de la monopolización de los sectores productivos, en su caso, de la biotecnología y de alimentos y bebidas, así como de la industria en general. La utilización de la biotecnología agrícola carece de análisis críticos desde la óptica económica, no obstante, el tema ha sido tratado desde los anales de su concepción, desde la biología, así como desde la ecología. Diversos estudios tanto en favor como en contra han sido publicados desde prestigiosos centros de investigación, como es el caso de la UNAM, donde la postura no es ideológica y siempre hay un campo para el debate y contraste de posiciones científicas. Sin embargo, la

postura económica, producto del *mainstream* económico, carece de argumentos y herramientas para dar una explicación tanto a la problemática del hambre como de la crisis agrícola que enfrenta el mundo y México en particular.

En México, la postura hacia la introducción de cultivos biotecnológicos ha sido predominantemente en contra, sin embargo, hay veces que se carece de un argumento científico y cae en lo ideológico, así como de carecer de datos y/o cifras que puedan dar contexto a la crítica. Este trabajo se centra en la recopilación de información por parte de organismos internacionales como nacionales, para describir el panorama de los cultivos GM, así como de las corporaciones biotecnológicas de alimentos, desde que se da su comercialización en 1996 hasta nuestros días, todo bajo una postura crítica, teniendo como sustento teórico la CEP.

En el primer capítulo se revisarán los argumentos de la Crítica de la Economía Política para establecer una visión y explicación sobre la importancia de la agricultura para el sistema capitalista y establecer la dinámica que se vive actualmente con la introducción de la biotecnología agrícola en los diversos sectores de las economías, estableciendo una teoría que sustente y de explicación a la problemática, así como la importancia de la agricultura para el desarrollo del sistema capitalista.

Para el segundo capítulo, se revisará bibliografía especializada sobre la biotecnología y sus alcances en las diversas esferas de reproducción de capital, así como una revisión hemerográfica de la composición del sistema agroalimentario a manera de marco histórico, mostrando una estrecha relación en la manera en que fue concentrándose y configurándose el capital.

Para el tercer capítulo se revisarán datos de fuentes oficiales y organizaciones que lleven registros sobre la implementación de cultivos genéticamente modificados. Se analizarán datos sobre los principales cultivos genéticamente modificados, nivel de adopción, distribución geográfica y se analizará la dinámica que se viene presentando desde los inicios de la comercialización de dichos cultivos a nivel global, comparándola con los datos de producción global (hectáreas, rendimiento, tierra cultivable, impacto ambiental, etc.). A su vez, mostrando la experiencia internacional en cuestiones económicas, ambientales, sociales y políticas, producto de la introducción de la biotecnología.

Para el cuarto capítulo se revisarán los principales cultivos adoptados en México, desde los inicios de la biotecnología en el país con cultivos experimentales hasta la liberación comercial de los principales cultivos biotecnológicos en el país: algodón, maíz y soya. Todo ello se revisará mediante fuentes oficiales nacionales, así como internacionales, además de revisar los permisos de liberación para los cultivos y así poseer información sobre los cultivos liberados.

Para el último y quinto capítulo, se pretende hacer una valoración de lo expuesto en los capítulos anteriores, evaluando los impactos y efectos generados por la introducción de cultivos GM, tratando de validar la hipótesis planteada o bien, mostrando lo que el análisis, tanto a nivel global como nacional arrojó, centrando la reflexión sobre las problemáticas que se han desarrollado por la introducción de algodón, maíz y soya en el país.

Por último, agradezco el apoyo brindado por la DGAPA-UNAM para llevar a cabo esta investigación que forma parte del proyecto PAPIIT IA 303416 *“Estudio de la dinámica económica de las economías emergentes desde el Desarrollo Sustentable y la Economía Ecológica: los casos de México, Brasil y China”*.

1. La agricultura en el capitalismo contemporáneo: 1930-1996

[...] todo progreso, realizado en la agricultura capitalista, no es solamente un progreso en el arte de esquilmar al obrero, sino también en el arte de esquilmar la tierra, y cada paso que se da en minado, es a la vez un paso dado en el agotamiento de las fuentes perenes que alimentan dicha fertilidad. [...] La explotación rutinaria e irracional es sustituida por la aplicación tecnológica y consciente de la ciencia.¹

Seguido de esta cita compuesta, Marx afirma que este tipo de proceso de aniquilación (en la tierra y en la fuerza de trabajo del obrero), es tanto más rápido cuanto más se apoya a un país (citando a los EE. UU), basado en un modelo de crecimiento económico gracias al desarrollo de la industria. Es así como la crítica a la economía política detalla que la producción capitalista desarrolla la técnica junto con la combinación del proceso social de (re)producción, socavando al mismo tiempo las dos fuentes de toda riqueza: la tierra y el hombre. Esta sentencia es primordial para el análisis de la introducción de la biotecnología al sector agropecuario y en el caso específico, en lo agrícola.

Los análisis de Marx en torno a la agricultura la sitúan como el lugar precapitalista por excelencia², convirtiendo al campesinado en proletariado, subsumido al capital. La transformación del campo, de un lugar pre-capitalista a una industria más, que alimenta el resto de los sectores (y cadenas de producción), lleva a cabo una prolongación de capital y la llamada acumulación originaria de capital; es decir, los atributos que posee el campesinado y el campo se le verán arrebatados con el paso del tiempo, con la (sobre) acumulación de capital (que se origina en otras esferas pero parte del valor adquirido, es gracias a la agricultura), conllevaran a la sobreexplotación de la agricultura y del campesinado. La agricultura se ve envuelta en una encrucijada: entre la conservación y transformación de la economía campesina y su integración a la reproducción capitalista, sin embargo, no pierde su peculiaridad cooperativa entre el campesinado, aun cuando el capital opera a gran escala.

¹ K. Marx. El capital. Crítica de la economía política. Tomo I. 3ª edición. México. FCE. 1999. P.422-423

² Se sitúa a la agricultura como lugar precapitalista por excelencia dadas sus condiciones naturales como sociales. Mayormente, en las comunidades agrícolas o campesinas, existe una propiedad colectiva sobre las condiciones de producción, condición que distingue a sociedades precapitalistas a las capitalistas. Siendo así, que la fuerza productiva social del trabajo se presenta como fuerza productiva del capital, la cooperación aparece también como una forma específica del proceso capitalista de producción, que la distingue del proceso cooperativo de las comunidades agrícolas o campesinas. Este es el primer cambio que experimenta el proceso de producción al ser absorbido por el capital. (Marx, 1999, p. 270)

El capital está listo para ser inyectado en el sector agrícola, mientras que la dinámica del campesinado tiene que revalorar su papel social como un agente importante para la reproducción del capital, además de que se enfrenta el capital a una cuestión en la cual, como lo menciona la cita, la ciencia y la técnica están limitadas; el trabajo asalariado y la explotación agrícola versus los procesos, ritmos y tiempos naturales de la tierra. La naturaleza se encarga de delimitar el espacio de tiempo que debe ocupar el proceso de producción (Marx, 1999, p.264). En la agricultura, el factor más importante de todos es el tiempo (Leibig, p.23, citado por Marx 1999)

Capitalismo en la agricultura

La expansión del capitalismo hacia la esfera agrícola radica en la sobreacumulación de capital, así como la reproducción de este, que pretende industrializar el campo. Este proceso de industrialización es importante dado que el capital se desarrolla en su forma natural en la industria³. El hecho de que el campo entre en una fase de industrialización, significa que se van a reconfigurar tanto procesos sociales como la dinámica del sector agrícola. Esta nueva dinámica industrial agrícola se ve reflejada en la nueva división de trabajo, la desaparición del campesinado vía migración hacia la ciudad o la misma labranza que ahora es dirigida a la reproducción del capital y no a la economía campesina, y en la tecnificación y aplicación de la ciencia.

Lo importante radica en la explicación del proceso de industrialización en la agricultura, la cual se puede visualizar con una explicación del proceso y se da un posible resultado, el cual se ha visto desarrollarse a lo largo del tiempo. Por esta característica de la sucesión histórica, Marx la cataloga como un proceso histórico social, que es fundamental para la reproducción social del capital. En cierto sentido, a esta parte del análisis de Marx se le puede catalogar como evolucionista, en el contexto del continuo proceso que significan las relaciones sociales de producción para la reproducción del capital en el sector agrícola.

³ Marx (1999) menciona que una vez que la agricultura se ha transformado, se extiende a la escala de la producción en todas las demás ramas industriales, y dado este carácter, ahora le compete resolver los problemas planteados por la aplicación de la mecánica y las ciencias naturales, convirtiéndola en una industria mecanizada (p.384).

Esta parte evolucionista, del proceso continuo, Marx la enmarca en lo que llama la concentración del tiempo histórico, en donde las relaciones sociales de producción congenian dentro de un lapso (de tiempo), para después mostrar lo que se ha ido acumulado de aprendizaje. Esto enmarca una nueva época de reproducción social, renovadora y revolucionaria. El mundo agrícola se ve transformado radicalmente: en sus tiempos de rotación, extensión, intensidad y tiempos productivos. En lapsos de tiempo muy cortos, el mundo agrícola ve transformado radicalmente sus tiempos de rotación, lo que significa que hay una ruptura técnica y cultural (Gutiérrez y Trapaga, 1986, p.32). Esta transformación profunda, de la esfera productiva con el medio natural y el conjunto de la sociedad ha conllevado un nuevo modo de vida y representación del mundo campesino.

El sector agrícola, posee una característica, que es quizá, la misma para cada esfera de la producción. En su caso, la homogeneidad campesina es una estructura social totalmente reproducible que busca otros fines, que no son las del capital, sino la reproducción y la valorización de las relaciones sociales de producción. Esta característica agrícola, o del sector agropecuario, se ve mermada y trastocada con la expansión del capital. El capital se ve como progreso y/o modernidad frente a las sociedades campesinas, ya que carecen de valorización, y esto se ha concebido como parte de la evolución humana, ya que el capital representa esta ruptura de los fundamentos constitutivos de la reproducción de los sujetos. Es justo entender la dinámica que viene a desarrollar el capital, que es su valorización en lugares donde no existía esta valorización. La valorización existente en el campo se caracteriza por lo familiar, lo local, y el hecho de que la reproducción de capital se inserte en la agricultura, provoca una transformación de lo familiar a lo individual, de lo local a lo mundial, que lo vincula con el mercado mundial. En síntesis, es la modernización del campo, que no es más que la subordinación de la agricultura a la lógica y racionalidad capitalista.

La lógica y racionalidad capitalista se entiende por la búsqueda de la valorización de la mercancía, lo que nos indica que, según la tradición marxista, la ley de valor impera en el orden capitalista. Es así como llegamos al punto de ruptura entre el mundo agrícola y el mundo industrial, o la ciudad. La dualidad campo-ciudad, que ha sido estudiada, nos revela la dinámica que ejerce el campo como fuente de recursos, esto es materia prima como mano de obra. Y es en este punto de dinámica, que se refleja el grado de subordinación de la agricultura frente al capital, reflejado en la expulsión del campesinado, gracias al proceso de

acumulación: producción y circulación, carácter cíclico y la autovaloración del capital. Sin embargo, no hay que dejar de lado el concepto de sobreacumulación de capital como lo maneja Harvey (2001), que da un mejor sentido a lo que Marx refería, con la concentración y expansión de capital, donde el tiempo y el espacio es fundamental para llevar a cabo esta expansión capitalista, al sector precapitalista, donde la dinámica social la acepta como vía de progreso.

El concepto de *spatial fix* de Harvey, da una mejor explicación a la expansión capitalista hacia otros sectores, tanto productivamente como geográficamente, y uno de esos lugares, es el campo. Es aquí donde entra el termino *fix* de doble sentido, tanto en arreglar como en fijar; la sobreacumulación de capital y la supervivencia del capital conlleva a la expansión geográfica del capital, esto mismo es el arreglo a dicha sobreacumulación, sin embargo, es una fijación temporal porque no con eso basta para alivianar la carga de sobreacumulación. La solución espacial es temporal dadas las crisis inherentes al capitalismo, y es por este motivo, que se puede dar una explicación al porqué, a pesar del tiempo, el sector agrícola no ha sido en su totalidad subsumido al capital o a la gran industria. Es aquí donde entra la concentración del tiempo histórico, donde a finales del siglo pasado, las revoluciones tecnológicas dieron un cambio innovador y revolucionario, en materia de producción y circulación de mercancías; esto ha facilitado la movilidad, velocidad del capital y de nuevas mercancías, que han podido superar barreras espaciales y encontrar nuevos mercados donde valorizarse. La extensión del capital contra el campesinado es una expresión más de la dinámica de la reproducción social del capitalismo. Implica una transformación profunda de la esfera productiva con el medio natural y con el conjunto de la sociedad. El modo de vida y la representación del mundo campesino son transformados al modo de vida y representación del mundo capitalista, del mundo desarrollado, aunque se encuentre en un país subdesarrollado.

La transformación se puede entender por el aumento de los ciclos productivos en relaciones a los naturales, lo cual implica una ruptura técnica-cultural. La agricultura deja de ser en función de lo que se cosecha por un carácter de economía campesina, ahora pasa a ser parte de la rotación de capital, de la racionalidad y la subordinación al capital. En este punto será crucial especificar la dinámica del capital para aproximarse a la realidad campesina y la subordinación al capital:

- (Re) Creación del mercado mundial
- Concentración de tiempo histórico
- Desarrollo de fuerzas productivas
- Valorización de mercancías
- Relaciones sociales sometidas a la lógica de la ganancia
- Tendencia del movimiento de extensión del capital

Estos puntos son fundamentales para entender, porque la extensión del capital a nuevas zonas precapitalistas resulta importante para la reproducción del capital, vía agricultura. La renta de la tierra, la cual Marx desarrolla a partir de la teoría de Ricardo, así como de J.S.Mill, conlleva a que Marx conceptualice dos grandes formas de renta para el capitalista y lo que será parte de la estructura del capital, que es el funcionamiento y reproducción del capital en la agricultura, por medio de la especificidad de los movimientos de capital y la conformación de precios agrícolas.

La renta de la tierra tiene una particularidad, que es el único factor (hasta ahora) que no tenía injerencia alguna el hombre. El proceso de reproducción de capital en la agricultura tiene una connotación diferente a otro sector productivo. En algún otro sector, cualquier industria (excepto las que tenga que ver con el factor tierra), el proceso de acumulación brinda el poder reinvertir el plusvalor obtenido para aumentar los procesos de acumulación y mejorar la productividad, para así ir expandiendo la acumulación de capital. Sin embargo, en la agricultura, el plusvalor obtenido depende de un factor natural, no reproducible y que se encuentra limitado; la tierra. En la agricultura, se podrá mejorar la técnica (sistema de siembra, riego, recolección) pero la productividad está en función de las características naturales de la tierra, de la fertilidad. Tomando en cuenta este factor, nos encontramos con que existen tierras con un nivel alto de fertilidad, y otras de peor calidad, y esta característica es la que determinara el precio de venta, lo que Marx denomino la renta diferencial.

Bajo el análisis de Gutiérrez y Trápaga (1986) se entiende como la renta diferencial producto de las diferencias entre fertilidades de la tierra y una base para la mercantilización de las características naturales de la tierra. Recordar, que el mismo Marx, homologa el análisis al sector minero, el cual lo relaciona con el factor de la tierra, homogéneo y no

reproducible. La importancia del análisis de la renta diferencial radica en el grado de obtención de ganancia extraordinaria, y la cual, Marx cataloga dos tipos de renta diferencial. La renta diferencial I la cual se puede entender como un aumento en la ganancia extraordinaria mediante el aumento de uso de tierras con menor o mayor fertilidad, es decir, con el aumento de la frontera agrícola (se entiende como la agricultura extensiva). La renta diferencial II radica en el aumento de capital fijo, es decir, en la inversión de maquinaria-equipo que faciliten las tareas agrícolas, con lo que se aumenta o ayuda al rendimiento de las tierras, apoyando desde la parte que es manipulable (se entiende el complemento de la agricultura capitalista, la agricultura intensiva). Siguiendo este análisis, el aumento de inversiones en capital fijo promueven una mayor productividad, teniendo mejores rendimientos, por la reducción de tiempos en los procesos de cosecha, sin embargo, mediante el uso intensivo de las tierras, se va disminuyendo las cualidades naturales de la tierra, la fertilidad; clarifica la cualidad de las rentas, que es la obtención de la ganancia extraordinaria para el propietario de la tierra. Es por lo que la renta absoluta se queda en el plano de la obtención de un beneficio mayor al de la producción gracias al título de propiedad privada y a las inversiones sucesivas de capital para aumentar la fertilidad de la tierra.

La aplicación de la tecnología y ciencia que Marx recalca es en función de aumentar las ganancias extraordinarias, aumentar la renta, y la cual, se logra con el desarrollo continuo de tecnología y estudios científicos, contrariamente como lo establece Ricardo (1959); al progreso económico y que lo sitúa en su concepto de Estado estacionario, dadas las limitaciones naturales y los rendimientos decrecientes de la tierra. La renta es parte de la estructura del capital, es el funcionamiento y reproducción del capital en el sector agrícola, factor por el cual, se mueven las inversiones en el campo y se desarrollan tecnologías aplicables al mejoramiento de la fertilidad y de los cultivos. Acorde con Marx (1999), el hablar de la tecnología, es hablar de una creación, producto del proceso social de producción, la cual descubre toda la actividad productiva del cuerpo humano, del mismo modo que la mecánica, teniendo así que la *moderna industria* no considera como definitiva la forma existente de un proceso de producción y, por lo tanto, la base técnica, es totalmente revolucionaria, a diferencia de sistemas anteriores de producción. La nueva técnica revoluciona constantemente la base técnica de la producción y con ella las funciones de los medios de producción (p.407). La tecnología descubre la actitud del hombre ante la

naturaleza, el proceso directo de producción de su vida, así como de las condiciones de su vida social y de las ideas y representaciones que de ella derivan. (p.303). Sin embargo, para fines de tener una idea generalizada desde la corriente marxista, Katz (1997) plantea que la tecnología, como bien lo detallaba Marx, al ser un proceso social de producción, ésta la cataloga como una fuerza productiva social, al ser materializada en artefactos que mejoran o se incrustan en la producción. A su vez, implica la utilización de la ciencia bajo el comando del capital, para lograr su valorización por medio de la innovación, la cual, según Katz, radica en 4 aspectos: la ley del valor trabajo, el aumento de la explotación (paradoja de Jevons⁴), crisis de valorización y cambios en el proceso de acumulación (patrón de acumulación⁵) (p.2). Estas innovaciones tecnológicas, son vistas como desarrollo, que es visto como progreso. Las implicaciones de la ciencia han resuelto en parte el gran paradigma Ricardiano del Estado estacionario y se ha conformado como lo planteaba Marx, la reproducción del capital en el sector agrícola, la valorización del capital y la propiedad privada, pero ahora de los factores naturales. Estos tres conceptos se ven entendidos en la lógica del proceso de acumulación de capital, con la expansión a tierras vírgenes, el aumento de la productividad vs tecnología-técnica precapitalista y el aumento de los medios de comunicación (para las mercancías) o, mejor dicho, los medios de comercialización, es decir, la expansión del mercado mundial (en relación a la ubicación geográfica de las tierras). El efecto innovador actúa como una variedad más entre las barreras de entrada al mercado, derivado de las necesidades de alto nivel de investigación y desarrollo tecnológico, escalas, costes y niveles de rentabilidad que favorecen la concentración empresarial.

Marx implícitamente tenía previsto las nuevas innovaciones agrícolas debido a la fertilidad de las tierras. El mejoramiento, según Marx, dependería del desarrollo químico y en parte del desarrollo mecánico de la agricultura. La introducción de medios químicos, así como de recursos mecánicos pueden eliminar los obstáculos de la fertilidad natural. Esta

⁴ William S. Jevons (1865) realizó una observación sobre los consumos de carbón por las máquinas de vapor, observando que el consumo de carbón se elevó en Inglaterra después de que se introdujera (el carbón) en vez de leña, mejorando la eficiencia notablemente. Esto trajo como consecuencia del mejoramiento tanto en eficiencia y costos, un aumento en su consumo, por lo que Jevons describió que a medida que el perfeccionamiento tecnológico y las innovaciones aumentan la eficiencia con la que se usa un recurso, aumenta el consumo de dicho recurso en vez de disminuir. Tomado de Jiménez y Escobedo (2015).

⁵ Añado el concepto *patrón de acumulación* de José Valenzuela Feijóo (1990) dado que el periodo de estudio abarca diversas crisis estructurales y las cuales representaron un cambio sustancial en la producción, distribución, utilización del excedente, así como las relaciones comerciales geopolíticas que junto con las políticas económicas globales engloban en su conjunto, un patrón característico de acumulación de capital.

fertilidad natural, cataloga como fertilidad económica, la cual, según es el estado de productividad del trabajo, suficiente, para explotar inmediatamente la fertilidad natural de la tierra. Así da, por sentada, una supuesta fase de desarrollo, en virtud de la explotación de la tierra. Con esto, refuta Marx (1999) a West, Malthus y Ricardo, con el hecho de que se transita a tierras de peor calidad conforme se ocupan las tierras de mejor calidad, sino que con el progreso de la agricultura, la tierra de mayor calidad, pasa a último lugar dadas las nuevas implicaciones de la fase de desarrollo que se encuentre, por lo que el total de la renta se ve en aumento mediante la simple extensión del cultivo y por la mayor inversión de capital y trabajo que lleva consigo la tierra, es decir, por la expansión e intensificación de trabajo en el campo, convirtiendo a la agricultura a través del tiempo en intensiva y expansiva; en agricultura capitalista.

Del análisis que realiza Marx (1999) a la renta, establece la característica de la renta, de la cual es factor para los precios agrícolas, así como su homologación con la minería, que es la ganancia extraordinaria, prevista de dos cuestiones: de la técnica-tecnología empleada para disminuir los precios de producción y la obtención de valor derivado del precio de producción social establecido y del modo en cómo se invierte el capital en funciones, en relación a la disminución de los costos de producción y el alza en la capacidad productiva del trabajo, en palabras de Marx, se empleen mejores métodos de trabajo, nuevos inventos, maquinas perfeccionadas, secretos químicos de fabricaciones, etc., en nuevos y más perfectos medios y métodos de producción superiores al nivel normal.

El cuestionamiento hacia las ciencias radica en la obtención de las rentas, por la dinámica que ejerce la aplicación de innovaciones o mejoras que trae consigo la investigación científica. Bajo el panorama del capitalismo, la ciencia es un aliado más en la explotación de la vida, tanto desde la labor del científico como la del campesinado o proletariado. En este punto es claro que la agricultura capitalista busca más la acumulación de capital que la alimentación mundial. Aunque el análisis del sector agrícola se ha desarrollado de manera individual, homologando a otras actividades donde interviene el factor tierra, con el desarrollo de este, convergen las distintas esferas de producción, el capital financiero y los aumentos de capital fijo, da como resultado un alza importante en la productividad, obteniendo mejores precios de mercado, con lo que conlleva una mejora en la renta de la tierra. Las constantes mejoras en el capital fijo (desde maquinaria hasta implementaciones

científicas como la biotecnología) provocan un rezago tecnológico, una brecha tecnológica que hace la diferencia entre el sector desarrollado y el menos desarrollado, entre los países desarrollados y los subdesarrollados, la diferencia entre los centros y las periferias.

La relación naturaleza-sociedad da una clara reconstrucción de los nuevos yacimientos de beneficios y de nuevas posibilidades de expansión de mercado, como la realización del capital. Esta instrumentación, de una tecnociencia en la que el horizonte de lo relevante coincide cada vez más con el orden impuesto desde los imperios alimentarios, un orden en que la tecnología se convierte en un mecanismo de control y de poder que utiliza a la sociedad y a la biosfera como laboratorios de alto riesgo al servicio de los imperativos de la revalorización del capital global (Delgado, 2010, p.11).

Esbozo teórico sobre la tecnificación de la agricultura

El modo de producción capitalista basado en el desarrollo de las fuerzas productivas incluye al desarrollo de la técnica y la tecnología conforme al desarrollo de sus procesos y su valorización del trabajo. La técnica y tecnología implica el comportamiento activo del hombre en relación con la naturaleza y el proceso de producción inmediato en cuanto a su existencia dentro de determinadas relaciones sociales de producción (Moreno, 1999). De esta manera, se podrá afirmar que el desarrollo tecnológico parte de un mínimo de conocimientos, entre los que deben de considerarse habilidades generacionales que se relacionen con el trabajo, en un sentido Kuhniano, el desarrollo de la tecnología conlleva al desarrollo de la ciencia misma.

Todo avance técnico-tecnológico es significativo para el aumento de la producción de mercancías en el sistema capitalista. La agricultura ha sido analizada por las distintas escuelas de pensamiento económico, así como el desarrollo de fuerzas productivas que constituyen la formación de la técnica y la tecnología.

Adam Smith no relata propiamente sobre la técnica ni la tecnología, sin embargo, este resultado lo enmarca como uno de los mayores adelantos en facultades y principios productivos del trabajo, la destreza, pericia y acierto con que se aplica (en el trabajo), producto de la división del trabajo mismo (Smith, 1994). Según Smith, la creciente especialización en la división del social trabajo se convierte en generadora del trabajo

productivo debido a la mayor destreza adquirida, al ahorro de tiempo, y a la utilización de maquinaria que facilitan el trabajo y lo multiplican. Smith consideraba al progreso (científico-técnico) como resultado de la filosofía - especulación filosófica, quienes son capaces de combinar las virtudes físicas y activas de los objetos, siendo este punto de partida para contemplar al desarrollo tecnológico como progreso de la sociedad; con los progresos y adelantos de la sociedad

[...] perfecciona la destreza y ahorra mucho tiempo que se perdería de lo contrario. Cada uno de los individuos de la sociedad, se hace más experto, se produce más obra [...], y las ciencias y artes reciben una perfección y aumento considerable (ibídem).

Este progreso o concepción del progreso se da bajo el contexto histórico de la fase de expansión del capitalismo en su fase extensiva, comercial y manufacturera. Esto dio como resultado un optimismo de expansión económica, con base en la nueva tecnología de la Revolución Industrial, abriéndose la era del crecimiento sin límites y de la capacidad creadora del hombre (Tamames, 1985). Si bien, Adam Smith dio por sentado que el progreso y el aumento de la producción de mercancías es dado por la división del trabajo, y este mismo trae consigo un desarrollo de la sociedad y la ciencia, se contempló el escenario de un posible Estado Estacionario, el cual recoge de manera amplia John Stuart Mill, acentuando la cuestión del progreso y su meta final; es decir, el cuestionarse sobre el posible punto donde la economía llegara a situarse en el máximo lugar de progreso, y preguntarse qué había después de ese punto, en ese lapso del mejor progreso técnico-tecnológico industrial. La cuestión como la maneja Tamames (1985) de considerar a Mill o dentro del planteamiento de Mill, los límites al crecimiento, bajo la concepción progresista de un capitalismo devastador, resulta benefactor considerar el argumento de la problemática de hasta donde se pretende o tiende la sociedad con su progreso industrial. Cabe recordar que para J.S. Mill (2008) el estado estacionario no es una situación catastrófica, pero si una meta que se mueve, teniendo en el punto de mira como objetivos la distribución y alcanzar una remuneración amplia al trabajo, llegando a coincidir con la tesis de Malthus en relación con el crecimiento exponencial de la población...

La densidad de población necesaria para permitir a la humanidad obtener, en el más alto grado, todas las ventajas, tanto de la cooperación como del intercambio social, se ha alcanzado ya en los países más populosos. Una población puede resultar excesiva, aunque esté empleada, alimentada y vestida (Mill en Tamames, 1985).

Sin embargo, de Mill resulta curioso ligar la tesis de David Ricardo sobre los rendimientos de la tierra y su renta, siendo el hilo conductor el progreso técnico-tecnológico, una de las herramientas de la superación de este Estado Estacionario. J.S. Mill conceptualiza el devenir de la sociedad con la ideología del crecimiento ilimitado...

Si la tierra tiene que perder esa gran porción de lo que en ella es agradable, y que se debe a cosas que el crecimiento ilimitado de la riqueza y de la población, habría de extirpar para poder soportar una población más amplia pero no más feliz, sinceramente espero, para bien de la prosperidad, que los partidarios del estado progresivo se conformaran con ser estacionarios muchos antes de que la necesidad les obligue a ellos (ibídem).

Esta concepción utilitarista sobre el bienestar y la satisfacción de las necesidades aún bajo un esquema de presión demográfica, arroja un primer destello de presión a las condiciones naturales de la tierra, la cual se entendía por casi todo un ecosistema y es por eso que, bajo la concepción de los factores productivos, la tierra es sinónimo de ecosistema, naturaleza, ambiente; motivo seguido se pretende ligar con la tesis de Ricardo, referente a los rendimientos decrecientes y su superación vía progreso técnico-tecnológico.

David Ricardo parte de las limitaciones propias de la tierra (naturaleza), asegurando que por cada aumento del factor variable (capital o trabajo) aplicadas a una cantidad del factor fijo (tierra), el incremento de la producción total que resulta de cada unidad adicional del factor variable irá eventualmente decreciendo, de modo que con los sucesivos insumos del factor variable se agregaran incrementos decrecientes, cada vez menores, de producción (ibídem). Sin embargo, una parte sustancial del uso técnico-tecnológico es la implementación de lo que en su tiempo se le llamo la maquina como un mecanismo en el cual, aumentaban la producción neta y la disminución en el precio de las mercancías, redundando frecuentemente en detrimento de los intereses de la clase trabajadora, que se vería afectada y se vería superflua en un momento dado, en el corto plazo, ya que a largo plazo pudiera ser reincorporada a la rama de la producción (Ricardo, 1994).

El progreso técnico-tecnológico derivado de la esfera de la producción llevada al sector agrícola, desarrollaría la sustitución máquina-hombre, que conllevaría a una mejora en los rendimientos netos, siendo evidente que ya no podrán ser empleados en la agricultura, mas no en la manufactura. Ricardo al plantear el aumento del bono desempleado, asegura que con ello no estimula la producción de máquinas, ya que según el descubrimiento de una maquinaria mejor que se usa de forma extensiva es un procedimiento gradual y que se tendría que destinar el capital ahorrado o acumulado a la maquinaria en vez al empleo, por lo que sentencia que la maquinaria y la mano de obra están en competencia constante, y la primera puede frecuentemente no ser empleada hasta que suba la mano de obra (ibídem).

Aunque según el apartado de Ricardo sobre la máquina, enfatiza que no es menester del terrateniente ni del capitalista otorgar esa parte del capital ahorrada o acumulada para el mejoramiento de la máquina, da por sentado que el progreso técnico-tecnológico está dado por la acumulación de capital. Al considerar a la maquinaria y a la fuerza de trabajo como dos fuerzas que compiten para ser utilizadas en el proceso productivo, la primera (la máquina) puede frecuentemente no ser empleada hasta que suba el precio de la mano de obra, por lo cual el progreso técnico es un medio de defensa capitalista contra el alza salarial (Moreno, 1999).

Esta concepción de la introducción de la máquina al proceso de trabajo y la reducción de los tiempos de producción, así como de las tasas salariales, Karl Marx critica las ideas de los personajes ya mencionados. Inicia con la crítica hacia Mill ya que, según Mill afirmaba que la máquina en algún punto ayudaba a reducir los esfuerzos cotidianos del hombre, pero Marx refuta sentenciando que, bajo el capitalismo, el empleo de la máquina no persigue este fin, sino el rebajar la jornada laboral para la realización de la mercancía y alargarla en el sentido de completar la jornada ya establecida, es decir, la producción de plusvalía (Marx, 1999). Cuando refiere hacia la tecnificación del campo, podemos encontrar que la superficie de cultivo se ve en aumento mientras que existe una dispersión de campesinos que alimentan el ejército industrial de reserva. Marx encuentra que, bajo la explotación capitalista, el modelo de progreso agrícola dificulta el intercambio entre el ser humano y la naturaleza, perturba la eterna condición de una fecundidad duradera de la tierra; y lo sentencia:

[...] Es un progreso no solo del arte de depredar al trabajador, sino también y al mismo tiempo del arte de depredar el suelo; todo progreso en el aumento de su fecundidad para un plazo determinado es al

mismo tiempo un progreso en la ruina de las fuentes duraderas de esa fecundidad. [...] La producción capitalista no desarrolla la técnica y la combinación del proceso crucial de la producción más que minando al mismo tiempo las fuentes de las que mana toda riqueza, la tierra y el trabajador (Marx, 1999).

El capitalismo tecnifica la agricultura, reduce la población agrícola y vence su resistencia agrícola; la producción capitalista solo sabe desarrollar la técnica y la combinación del proceso social de producción, socavando al mismo tiempo las dos fuentes originarias de toda riqueza: la tierra y el hombre. Bajo la crítica de Marx, podemos encontrar que el resultado final de las innovaciones técnicas-tecnológicas van enfocadas al abaratamiento de la fuerza de trabajo, productos que entren en la canasta básica para subsistir con el salario más bajo posible, y la reducción de los tiempos de circulación del capital (Sacristan, 2009).

La agricultura dentro de un sistema económico

A lo largo de la historia, el papel de la agricultura ha sido importante y relevante para el crecimiento y desarrollo de las economías, desde las antiguas civilizaciones como las actuales potencias económicas. La agricultura es un vehículo de desarrollo que ha servido a lo largo del desarrollo humano, el conjunto de actividades humanas representa un carácter de multifuncionalidad, lo que la hace capaz de llegar a distintas funciones y aplicaciones, que representan un impacto para la vida, sea positivo o negativo. La agricultura posee la capacidad de contribuir de distintas maneras al bienestar, influye directamente en la naturaleza y en el medio ambiente, así como portador de alimento básico que requiere la humanidad. Dicho alimento básico ha representado en las distintas economías un valor que se le ha asignado, tanto valor de uso como de cambio, así como un valor de existencia por ser alimento.

A partir de 1991, con la conferencia de Den Bosch y la cumbre de Rio en 1992, se elaboró una visión integrada de la importancia que tiene la agricultura, entender su complejidad y la diversidad, así como sus defensores que son zonas rurales e indígenas. Tal complejidad radica en las interacciones de la agricultura, como la correspondiente utilización de la tierra, los múltiples bienes y servicios (alimentarios y no alimentarios) producidos por la agricultura, a su vez, los impactos causados en la agricultura por factores ambientales, económicos y

sociales, incluida la evolución demográfica y la creciente globalización de los mercados y el comercio (FAO, 1999, p.7).

En la mayor parte de los países, la agricultura representa todavía la base directa e indirecta de los medios de vida económicos para la mayor parte de la población. Además de producir alimentos y fibra, la agricultura contribuye de muchas maneras a las actividades de las distintas sociedades:

<i>Cuadro 1. Multifuncionalidad de la agricultura y la tierra</i>	
<i>Funciones</i>	<i>Explicación</i>
Seguridad alimentaria	Acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias. en cuanto a los alimentos. Relación inherente con el medio ambiente, el desarrollo económico y social.
Función ambiental	Reducción de contaminación, crecimiento de la biomasa, fijación de nutrientes por cultivos mixtos, recuperación del ecosistema, conservación de biodiversidad, disponibilidad de agua. Conservación y preservación del paisaje, turismo, etc.
Función económica	Producción física de bienes (alimento, materia prima, forraje), fuerza importante para el funcionamiento y crecimiento de la economía.
Función social	Resguardar conceptos de cultura, tradición e identidad que se tienen en comunidades rurales. Integridad de culturas locales. Aspectos sociales de urbanización emigración.
<i>Fuente: Con información de la FAO (1999). Elaboración propia.</i>	

La seguridad alimentaria junto con las demás funciones establece un lazo inquebrantable, que, si alguna de las otras funciones no se lleva a cabo de manera correcta, la seguridad alimentaria queda comprometida. No obstante, cada función tiene una característica,

independientemente de aportar a la seguridad alimentaria, pero estas se ven envueltas en la dinámica de la agricultura, de las sociedades rurales.

Las plagas y enfermedades provocan ineficiencia y pérdida de recursos naturales, insumos y productos; la desertificación, deforestación, la sobrepesca, el exceso de capacidad, la pérdida de biodiversidad, así como mal utilización de tecnologías como agroquímicos, todos estos factores ambientales afectan y comprometen la seguridad alimentaria. La pobreza, que es el principal problema para acceder al alimento y productos de calidad, desencadena una serie de problemas serios, como el hambre y la malnutrición. Las zonas rurales (pobres) no tienen los mismos canales de distribución que en zonas urbanas, la falta de redes distributivas afecta el acceso a los alimentos inocuos y de calidad, por lo que se compromete la seguridad alimentaria. De igual manera, teniendo una población mal nutrida y alimentada, los niveles de salud pueden estar comprometidos, con lo que se compromete la estabilidad social y económica de una nación. Por estas razones, la seguridad alimentaria junto con las funciones agrícolas, tienen una importancia sustancial para la revisión de las políticas agrícolas que se implementan en los diversos países, ambiental, económica y socialmente hablando.

La dinámica de la agricultura recae en la conformación de sociedades rurales y la dicotomía con las sociedades urbanas, así como la convergencia y/o relación que pudiera existir entre los distintos sectores productivos. La multifuncionalidad de la agricultura, como vínculo de organización colectiva y trabajo en conjunto para la subsistencia de la sociedad rural y del funcionamiento económico, no solo se remite a la producción de alimento y de mecanismo de asentamiento humano, sino que posee una identidad propia, la cual es llamada la economía familiar y/o campesina, la cual, derivado del apartado anterior, ésta representa un factor implícito para el desarrollo económico o del sistema económico, la familia. Sin entrar en detalles de carácter sociológico y/o antropológico, la explotación agraria depende del tamaño y composición de la familia (Chayanov, 1974) la cual es responsable del desarrollo rural, inmerso en la dinámica del sistema capitalista. Esta característica de la agricultura, del ámbito social-económico ayuda a entender la multifuncionalidad de la agricultura.

La agricultura bajo cualquier contexto de sistema económico representa un sustento, funcionamiento y desarrollo de cualquier modo económico y organización de sociedades. A lo largo de los distintos modos de producción, la agricultura tiene un papel central, y para el

sistema capitalista no es la excepción. La agricultura tiene el papel de proveer alimentos, aporta bienes salarios, así como una distribución jerárquica de trabajo, de otro modo llamado organización. La agricultura representa el principal motor de cualquier economía, caracterizado por la capacidad de obtener bienes de la naturaleza transformados en bienes de otra índole, y así, comenzar otro ciclo productivo. Todo bien, básico o de lujo proviene de la naturaleza, por lo que mucho tiempo, durante el sistema feudal era considerada como la principal actividad y el activo con más valor. Aun en sistemas esclavistas, los bienes agrícolas eran ocupados como vínculos de transacciones, intercambio de mano de obra por materia prima o alguna otra mercancía. El carácter que torna la agricultura siempre es preponderante, pero tiene diferente valor para cada modo de producción y sistema económico.

El mantenimiento y dinamismo de las comunidades rurales, es fundamental para la sobrevivencia de esta parte rural que es capaz de romper con el sistema económico, no solo por lo descrito anteriormente, sino porque destaca la sobrevivencia de la cultura y del patrimonio cultural de las comunidades rurales. La dinámica que se vive dentro de la esfera rural es característico, ya que la colectividad es parte de la sociedad rural, así como el conocimiento local y la gestión colectiva de este son funciones sociales de la agricultura que conllevará al desarrollo de la tecnología en el ámbito agrícola. Descrito por Chayanov (1974), las sociedades rurales como fenómeno económico, no biológico, contemplan una cooperación compleja, en la cual, su actividad económica solo recae en tres funciones: la agrícola, la artesanal y la comercial, las cuales, con la introducción del capital, serán valoradas al capital y conllevará al desarrollo capitalista de la agricultura.

No obstante, para el capitalismo no representa el mismo valor, pero es indispensable para el funcionamiento del sistema, ya que, a partir de la crisis del 1929, el paradigma económico cambio, situando este lapso hasta inicios de la tercera revolución industrial (Rifkin, 2011) o la quinta revolución tecnológica (Pérez, 2004) como la edad de oro del capitalismo y la implementación de políticas de corte keynesiano. Durante este periodo del Estado Bienestar, la agricultura tomo un papel importante, pero en segundo plano, el cual era proveer de insumos a las industrias, así como mano de obra, para así lograr, un crecimiento económico. Pocas teorías económicas tomaron partido de ello, entre ellas la teoría de Arthur Lewis (1972), en la cual plateaba dos sectores productivos, que era el sector agrícola y el sector industrial (manufacturero), uno más adelantado que otro. Del primer sector, emanaba una

fuerza de mano de obra ilimitada mientras este factor de producción era ocupado por el sector desarrollado, ya que conseguía fuerza laboral a precios corrientes y salarios de subsistencia dados por la productividad media de la agricultura o por la productividad marginal de su trabajo. El sector industrial, alimentado de esa fuerza laboral “barata”, le permitía acumular capital a una tasa más rápida que el crecimiento de la población, lo que además implicaba la capacidad de la agricultura para producir alimentos en la cantidad suficiente de acuerdo con la cantidad requerida por un número creciente de trabajadores industriales (Rodríguez y Rodríguez, 2007).

Siguiendo a Lewis, llegará un punto donde la mano de obra se encontrará en abundancia, los salarios decrecientes (dada la ilimitada mano de obra) y para mitigar este estancamiento, el crecimiento de la industria es la vía para dar solución a esta sobreacumulación de capital y así seguir con la expansión del crecimiento económico, así como del capitalismo, basado en la ilimitada mano de obra agrícola.

Otra función que se desglosa y recae en ella la importancia de la vinculación con las diversas industrias, es que la agricultura provee a las sociedades una soberanía alimentaria, la cual radica en la total independencia de cultivar lo que la región permita sin perjuicio alguno, tanto a la naturaleza como a la salud y vida humana y animal. Sin embargo, el desarrollo ha sido desigual de las diversas economías, siendo el factor agrícola uno de los más importantes para explicar dicho atraso. Bajo el estudio de las economías desiguales, nace el subdesarrollo como uno de los principales problemas de los países del Sur frente a los del Norte, siendo estos los desarrollados. Esta concepción latinoamericana de la periferia frente a los países centro, es relevante cuando se habla de la soberanía alimentaria, la cual implica evitar la importación masiva de alimentos, aprovechar alimentos nacionales y estimular la diversificación productiva y la autonomía de los grupos locales, para poseer una confiabilidad en la calidad de los alimentos, la conservación de los recursos naturales y en los intercambios comerciales (Cota, 2007).

2. El papel de la biotecnología en el sistema agroalimentario global: 1996-2016

La biotecnología ha recibido múltiples definiciones, ya que es un área multidisciplinaria y que involucra un gran número de técnicas de ingeniería genética y biología molecular. En un sentido general, se concibe a la biotecnología como un procesamiento industrial de materiales por medio de microorganismos y otros agentes biológicos para producir bienes y servicios, contribuyendo al estudio y a la caracterización de los organismos vivos. La biotecnología relacionada con el sector agrícola y agroindustrial consiste en la aplicación de muy variadas técnicas, como el cultivo de células, tejido de vegetales, fusión celular, la ingeniería genética, las técnicas de ADN recombinante, los procesos de fermentaciones, enzimáticos y demás programas que resulten relevantes para los sistemas agrícolas en específico. Cada conjunto de estas técnicas corresponde a diferentes etapas en el desarrollo de la biotecnología y estas han sido catalogadas como primera, segunda y tercera generación del desarrollo biotecnológico⁶ (Casas, 1993, p.2). La biotecnología aplica metodologías modernas para amplificar el ADN, transferir cualquier gen, independientemente del origen, a otros organismos. Todas estas técnicas involucran una transferencia de ADN, el cual, el material genético, proveniente de otro origen, llamado transgén, se incorpora al nuevo organismo, constituyéndose así el organismo genéticamente modificado (OGM) o transgénico, porque incluye genes de otros orígenes (Bolívar, 2017, p.12).

Desde los años cincuenta a los años setenta, la principal consideración de la política agrícola era incrementar el suministro de alimentos, con lo que revolucionaron los planteamientos de la manera de producir alimentos, que se vieron reflejados con la *Revolución Verde*, que contemplaba básicamente una revolución científica en el ámbito agrícola, dada la escasez de alimento que se demandaban en países pobres y altamente poblados, se inició con la idea de mejorar las variedades de granos (maíz, trigo, frijol) y así obtener mejores rendimientos para saciar las necesidades alimentarias de países como la

⁶ Los científicos catalogan como biotecnología de primera generación a las fermentaciones para la producción de alimentos y bebidas que datan de la antigüedad. Aunque pareciera muy ambiguo este es el principal argumento en defensa de la biotecnología agrícola. Como segunda generación biotecnológica se caracteriza por los avances en microbiología, el uso y selección de mejores cepas para los sistemas de fermentación; y como tercera generación biotecnológica se obtienen las técnicas de inmovilización enzimática y los desarrollos de ingeniería genética y biología molecular, dando como resultado las combinaciones genéticas y sus repercusiones en los sectores farmacéuticos, agrícolas y pecuario.

India, México, países del África, etc. A partir de este año se inició una de las mayores transferencias tecnológicas al sector agrícola, particularmente a países subdesarrollados, los cuales, durante estos años sirvieron como países primarios exportadores a países desarrollados y en guerra, particularmente. La fecha de arranque, a nivel académico, se considera en 1973, con la construcción de un gen sintético y su expresión en una bacteria, a nivel empresarial en 1976 y a nivel comercial en 1981 con la introducción al mercado de la insulina humana, el primer producto de la biotecnología moderna (González y Quintero, 2008).

El sistema agroalimentario

El sistema agroalimentario por su parte se fue consagrando, pasando la época de guerra, teniendo como resultado el auge hegemónico de EE. UU., con las conformaciones de múltiples corporaciones que fueron expandiéndose a lo largo del planeta. En gran parte, la guerra ideológica postguerra fue factor para desarrollar e implementar nuevas maneras de producción (Fordista, en masa, *just in time*, especializada, sectorial, integración horizontal y/o vertical, etc.), lo que conllevó una carrera tecnológica sin precedente, arrojando lo que hoy son las nuevas revoluciones tecnológicas. La cibernética y la biotecnología se fueron gestando con el paso del tiempo, a su vez que la caída de la ideología socialista fue factor para que el capital estadounidense se insertara en países donde no existía capital alguno, conformando las multinacionales que hoy controlan el sistema agroalimentario. La evolución del sistema agroalimentario está ligado al patrón de acumulación de capital, sin embargo, este se ha fraccionado en la manera de suministrar la cadena de producción, la composición de la cadena de valor y la segregación de la misma cadena volviéndola totalmente descentralizada. Dado el modelo económico, el crecimiento económico y el libre mercado regido por la ideología neoliberal como imperativo en el patrón de acumulación, el crecimiento de las industrias, la satisfacción de la demanda y la diversificación de productos han hecho que se reconfigure los otros sectores (primario y servicios) a servicio del sector industrial.

La producción de alimento se realizaba en cadenas cortas, en espacios geográficos acotados, los procesos de producción, distribución y consumo han sufrido un cambio

cualitativo, donde el capital se ha podido concentrar, expandirse y reorganizarse a través de las múltiples cadenas productivas y de valor (re)creadas. Es una reestructuración del complejo agroalimentario, producto del régimen de acumulación flexible (Harvey, 1989); una transnacionalización del capital. La estrategia con relación a la biotecnología tiene sus raíces en las políticas económicas implementadas por las instituciones internacionales donde se contempla a la tecnología como un factor endógeno y constitutivo de la política económica global. Si bien, no existe como tal una industria de la biotecnología, existen un conjunto de tecnologías que se entrecruzan y penetran a lo largo de los sectores productivos, desde el agrícola y pesquero, hasta el farmacéutico y el medioambiental, teniendo como claves dos etapas: la primera donde radica la posesión del conocimiento, la financiación y la producción, y la segunda etapa, donde se encuentra el Estado, las empresas y los agentes que operan las nuevas innovaciones. La actividad biotecnológica tiene como componente, un alto grado de transnacionalización, la cual facilita su imposición mediante políticas económicas –como necesaria y como factor de competitividad- y tecnológicas. Dicho desarrollo biotecnológico, así como el marco institucional que se ha desarrollado a la par, se ha dado en EE. UU., Japón y Europa occidental, de ahí que sean los líderes en desarrollo de cultivos biotecnológicos y/o derivados de desarrollos agrícolas.

La biotecnología agrícola

El 25 de abril de 1953, la revista *Nature* publicó la estructura de la doble hélice del ADN. En 1970, el agrónomo Norman E. Borlaug obtenía el premio nobel de la paz por el desarrollo del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), así como el desarrollo de un trigo de tallo corto, con lo que se le considera como el padre de la agricultura moderna y de la *Revolución Verde* por sus desarrollos de semillas híbridas que aumentaron los rendimientos en México (donde se desarrollaron estas investigaciones), así como en la India, Pakistán, Turquía, España, Argentina y Chile. En 1971 se creó la primera molécula del ADN recombinante, Cetus; la primera corporación de biotecnología se creó en ese mismo año, con fines de producir antibióticos mediante la ingeniería genética de microorganismos y productivos, iniciando las actividades biotecnológicas en el ámbito agrícola y farmacéutico. En la segunda mitad de la década de los setenta, proliferó la creación de pequeñas empresas

con base tecnológica, mediante financiamiento de los Ministerios de agricultura de respectivos países como de la fundación Rockefeller. Sin embargo, los elevados costos, complejas regulaciones y largos periodos de innovación, dieron como resultado que algunas empresas de base tecnológica, especialmente las más exitosas, fueran absorbidas por grandes empresas farmacéuticas. Pocos centros de investigación y desarrollo de la periferia fueron absorbidos por grandes capitales, aunado al apoyo gubernamental que obtienen los grandes centros de investigación y difusión tecnológica. En 1983 se produce la primera planta transgénica, una planta de tabaco resistente al antibiótico canamicina (Manzur, 2003).

Este proceso de concentrar las actividades de innovación en grandes empresas fue más rápido y directo en aplicaciones biotecnológicas relacionadas con la agricultura y la agroindustria, las cuales han sido absorbidas por las mayores multinacionales de agroquímicos y productos farmacéuticos (González, 2004). Se iniciaron los desarrollos de cultivos/especies resistentes a la sequía, plagas, pestes, así como generar su propio nitrógeno y mejorar sus cualidades nutricionales y obtener mayores productos agroindustriales. Los éxitos provenientes de la selección de variedades se vieron complementadas con el aporte de la química mediante la aplicación de abonos y pesticidas, junto con la mecanización del trabajo agrícola, prometía un campo más amplio de investigación, que se consolidó con la aplicación de la biología molecular y la ingeniería genética. En general, la biotecnología ha sido enfocada en ofrecer gran número de sustancias y compuestos para la vida y mejorar las condiciones de la humanidad. La biotecnología se posicionó como la revolución tecnológica por excelencia, posicionándola como panacea para los países subdesarrollados y con dependencia alimentaria. Sin embargo, en los países desarrollados ha contrastado esa idea ya que han sido los principales opositores en el comercio de productos derivados de cultivos biotecnológicos y más tarde los países subdesarrollados, defendiendo principalmente, la biodiversidad.

El desarrollo del sector biotecnológico y la relación con el sector agroindustrial

La modificación de semillas está totalmente ligada a la creación de alicamentos (plantas que introducen mejores medicinas como la obtención de vacunas, de proteínas, de fármacos) y de biofactorias (plantas que posibilitan la obtención de materias primas, plásticos, aceites)

(Mendiola, 2006, p.16), motivo por el cual encontramos a las mismas industrias en el sector farmacéutico, alimentario y biotecnológico. La inserción de OGM ha sido para acelerar y asegurar los ciclos de capital, en su caso, asegurando las ganancias y polarizando cada vez más las diferentes industrias así, como a los efímeros competidores que podrían surgir. La introducción de la biotecnología se vuelve una necesidad para poder competir, bajo el esquema actual del mercado neoliberal.

A mediados de la década de los noventa, Monsanto se consolidaba dentro de las empresas biotecnológicas y con alcances en el ramo farmacéutico por la adquisición de Dekalb, quien tenía presencia en la industria semillera. Monsanto desde los ochenta realizó varias adquisiciones, lo que la convirtió en empresa líder biotecnológica, llegando a facturar más de 500 millones de dólares (Bijman, 1999). Durante este último lustro del milenio, diversas empresas biotecnológicas hicieron adquisiciones de laboratorios y/o de otras pequeñas empresas que residían dentro del mercado de las semillas y de la investigación. La acumulación de capital es análoga a la acumulación de poder geoestratégico que poseen dichas corporaciones. En 1997, el número de empresas dedicadas a la biotecnología en los EE. UU. llegó a 1,287, mientras que en Europa se contabilizan unas 716 y en América Latina unas 62 empresas (Larach, 2001). Para 1998, Monsanto estaba involucrado en 18 adquisiciones, completando adquisiciones por un valor total de 7.3 billones de dólares en dos años. Novartis se formó por la fusión de Sandoz y Ciba Geigy. Dupont eligió entrar al mercado por medio de *joint adventures*, valuadas en más de 5 mil millones de dólares. Pioneer, empresa líder en semillas, empezaba una relación comercial con DuPont haciéndose de una alianza que más tarde se convertiría en una gran sola empresa (González, 2004). Este tipo de movimientos alerta a las voces críticas revelando la concentración de mercado, poder y conocimiento que se estaba gestando en las nuevas oleadas tecnológicas - biotecnología, bioinformática y el *big data*- además de que se formaban grandes emporios entre el ramo de la alimentación y el farmacéutico; las adquisiciones y fusiones entre centros de investigación e industria es actividad común y se entiende con los procesos de acumulación y concentración de capital. Dichas fusiones entre laboratorios y empresas dedicadas en el ramo alimenticio provocó gran incertidumbre hacia la industria por parte de los consumidores y por la sociedad en general, por la fuerte competencia (monopólica) que

se empezaba a gestar en este rubro y por la sanidad e inocuidad de los alimentos, lo que desataron fuertes críticas sociales y académicas hacia la biotecnología.

Este campo de Investigación y Desarrollo (I+D) ha experimentado una profunda transformación de la mano de los cambios e innovaciones tecnológicas; estos cambios, la llamada trinidad básica o fundamental (bioquímica, biología molecular y genómica) desempeñan un papel fundamental (Muñoz, 2001). En el Cuadro 2 (parte 1 y 2) se ejemplifica la fusión de diversos laboratorios y firmas biotecnológicas, consagrándose en menos de 20 años, 3 megacorporaciones, que controlan el mercado de semillas GM, agroquímicos y tecnologías agrícolas.

A escala internacional, empezó a gestarse una gran proliferación entre las empresas biotecnológicas y diversos sectores de ciencia y tecnología, otros sectores y servicios, logrando así, una concentración de actividades bajo una sola firma, como las semillas, agroquímicos, productos veterinarios, de medicina humana, las cuales, fueron identificadas como ciencias de la vida (González, 2004), controladas por pocas multinacionales, como *Monsanto*, *Novartis*, *Astra-Zeneca*, *Aventis*, *Bayer* y *BASF* (Bijman, 2001) para antes del nuevo milenio. Más tarde, *Novartis* y *Astra-Zeneca* se separaron del ramo de las ciencias de la vida y decidieron emprender en lo que serían los nuevos mercados del agronegocio, así formaron *Syngenta*. *Aventis* y *Pharmacia & Up Jonh*, que había adquirido *Monsanto*, decidieron hacer lo mismo, involucrarse en este nuevo nicho de mercado. Para el 2005, *Monsanto* se hacía de una empresa semilla mexicana, *Seminis*, con presencia a nivel continente importante. *Seminis* fue comprada por *Monsanto* en su totalidad, pagando 1.4 mil millones de dólares en efectivo, asumiendo su deuda más un pago basado en el rendimiento de hasta 125 millones de dólares para 2007.

Cuadro 2. Línea histórica de las adquisiciones-fusiones de empresas agrobiotecnológicas (Parte 1)								
	1997	1998	2000	2006	2012	2015	2016	2017
Monsanto	Calgene, Agracetus, DeKalb, Delta & Pine Land, Asgrow, Holdens	Sementes Agrocerec, Selected International Seeds Operations of Cargill, PBIC	Pharmacia					
Pioneer	DuPont (alianza) = Pioneer/DuPont	Optimum Quality Products (Proyecto Conjunto)			DuPont Pionner			
Novartis	Ciba & Sandoz		Novalon Pharmaceutical Corporation					
ELM	Asgrow, Petoseed, Royal Sluis, DNAP = Seminis	Hungong & ChoonAng, Nath Sluis, LSL Biotechnologies						
AgrEvo	PGS, Sun Seeds	Cargill North America, Aventis						
ADVANTA	Zeneca & Van der Have(proyecto Conjunto)							
<p><i>Fuente: ISAAA Briefs: 5, 8, 23, 25, 39, 42, 43, 49, 51; BBC News. 3 de febrero, 2016; Wall Street Journal. 23 de mayo, 2016; Thegardenisland.com; Chemical and Engineering News. p. 13. August 31, 2017. Elaboración propia.</i></p>								

Cuadro 2. Línea histórica de las adquisiciones-fusiones de empresas agrobiotecnológicas (Parte 2)			
DowElanco	Mycogen (46%) = Dow AgroSciences	Mycoge, Perfomance Plants, Brazil Híbrido & Others	Empresa Brasileira de Sementes,
Ecocene		Mycogen	Mycogen (DowAgroSciencie), Pionner (DuPont)
BASF		Invierte más de 700 millones de euros, ExSeeds Genetics	
Bayer		Aventis compra AgrEvo	Aventis-Bayer Bayer- Monsanto
	Se forma Council for Biotech Information por Aventis, BASF, BIO, Dow, DuPont, Monsanto, Novartis y Zeneca		
DowChemical		Mycogen compra Cargill Seeds	DuPont DowDuPont
Syngenta		(Novartis + Zeneca)	Y DuPont = GreenLeaf Genetics LLC Syngenta- ChemChina
Fuente: ISAAA Briefs: 5, 8, 23, 25, 39, 42, 43, 49, 51; BBC News. 3 de febrero, 2016; Wall Street Journal. 23 de mayo, 2016; Thegardenisland.com; Chemical and Engineering News. p. 13. August 31, 2017. Elaboración propia.			

Se estimaba que Seminis tenía control del 40% del mercado de semillas en EE. UU. y 20% a nivel global, con semillas de jitomate y de pimientos (Dillon, 2005); con esto Monsanto tenía el control de semillas en gran parte del continente americano. A mediados del 2016, se anunciaban las últimas grandes negociaciones entre corporaciones que competían en este sector; *ChemChina* anunciaba la compra de Syngenta, Bayer hacía lo propio con Monsanto y *DowAgroSciences* se fusionaba con *DuPont*, que le pertenece Pioneer, provocando que el mercado ahora estuviera en manos de Bayer, ChemChina y DowAgroSciences. Las llamadas “*The Big Six*”, que eran las compañías que tenían en control el mercado de semilla y agroquímicos (BASF, Bayer, DowAgro, DuPont-Pioneer, Monsanto y Syngenta), se estimaba que controlaban el 63% del mercado de semillas y 76% agroquímicos, de las cuales, 95% de las semillas de algodón, soya y maíz son comercializadas por estas empresas (Johnson, 2017).

La adquisición de Syngenta por parte de ChemChina, fue por 43,000 millones de dólares, con lo que la compañía suiza será parte de la cartera de la empresa China (AFP, 2017). Bayer compro Monsanto por cerca de 66,000 millones de dólares, incluyendo deuda (Reuters, 2016). DowChemical se fusiono con DuPont, por lo que, según informes oficiales, se ahorró un costo de 3,000 millones de dólares, pues al no haber una compraventa, se unieron para conformar tres empresas independientes, pero se estima en más de 62,000 millones de dólares. Cada empresa (DowChemical, DuPont, Pioneer) girara en “su ramo”, que es en la agricultura, ciencia de materiales y productos especializados (Ap, 2017), lo que es en agroquímicos e investigación. La suma aproximada por las adquisiciones es más de 171 mil millones de dólares, pero en el plano geopolítico, la agricultura del mundo (por el control de las tecnologías agrícolas) radicará en la presencia de las tres megacorporaciones, encargadas de administrar recursos. Cuando un agricultor de la India se dispone a sembrar algodón, hay un 75% de posibilidades de que la semilla sea propiedad de Monsanto. El agricultor latinoamericano ocupa un agroquímico para su cosecha de soya, existe un 90% de que la semilla sea Monsanto y el agroquímico de DuPont. Cuando el agricultor africano se dispone a sembrar maíz, es probable que provenga de Syngenta el paquete tecnológico (Vidal, 2016).

A pesar de las aprobaciones gubernamentales e institucionales que tienen que pasar dichas fusiones por parte de las reguladoras de comercio, competencia y en contra de monopolios, está clara la concentración de mercado y acumulación de capital, la conformación de un

sector totalmente oligopolizado, donde la alimentación mundial ha quedado de lado, mientras sean pocos los que produzcan y promueven la biotecnología, habrán mayores argumentos para competencia, así seguir controlando el mercado y así, promover el uso de la biotecnología agrícola, para no quedar fuera de este nuevo paradigma biotecnológico, que es traducido en las políticas económicas como la nueva fuente de progreso, competencia y la panacea al hambre y falta de alimento.

De acuerdo con los últimos datos emitidos por la FAO (2017) se estiman que 815 millones de personas que padecen hambre al cierre del 2016, a comparación de los 777 millones de personas del 2015. Con ello aumento en más del 105%, atribuyendo dicho crecimiento a conflictos por perturbaciones del clima. Se estiman también que 33% de las mujeres en edad fértil sufren de anemia, lo que pone en peligro la salud, a su vez, la desnutrición infantil es del 8%, cerca de unos 52 millones de niños. Como enfermedad, también se observa un crecimiento en la obesidad en niños y adultos, en países de ingresos bajos y medios. Por si fuera poco, se ha declarado a Sudán del Sur con hambruna, así como en riesgo de convertirse con hambrunas a países como Nigeria, Somalia y Yemen. No obstante, la mal nutrición no abarca el hambre únicamente, pero si tiene los datos más alarmantes; se estiman 155 millones de niños menores de cinco años que padecen desnutrición crónica, sino que también han aumentado los niveles de obesidad en niños, con 41 millones de niños.

La FAO destaca en su informe que las personas afectadas por la carencia crónica de alimento empezaron aumentar en el 2014, con aproximadamente 775 millones de personas, para el 2015 con 77 millones de personas y 815 millones en 2016.

<i>Cuadro 3. Hambre y seguridad alimentaria</i>		
	<i>Hambre</i>	<i>%</i>
<i>Asia</i>	520	11.7
<i>África</i>	243	53.9
<i>Latinoamérica y El Caribe</i>	42	6.6
<i>Millones de Personas. Porcentaje de la población víctima del hambre. Fuente: Con datos de la FAO (2017), elaboración propia</i>		

Acorde a la totalidad de los 815 millones de personas, 520 corresponden a personas asiáticas, así como 243 millones de personas en África, cifra menor que en Asia, pero que corresponde a más de la mitad de su población. En Latinoamérica existen 42 millones de personas que padecen inseguridad alimentaria, y solo son el 6.6% de la población total de los que padecen esta situación. Con estos datos presentados por la FAO, el problema resulta económico por falta de ingreso para satisfacer la demanda alimentaria básica, así como por las fallidas políticas agroalimentarias implementadas a nivel global, contrastante con lo que la parte oficial declara, por las diversas complicaciones climáticas, se han visto afectadas la seguridad alimentaria. En su informe *Crop prospects and food situation (2018)* la FAO evalúa que 37 países necesitan ayuda y/o asistencia para satisfacer sus necesidades alimentarias, sobre todo en el Este de África, con 29 países, 7 países asiáticos y Haití. Aunado a la problemática alimentaria, han registrado una baja en la producción de cereales (1 millón de toneladas, respecto al 2016/17 (FAO, 2018, p.10).

África tiene los niveles más altos de inseguridad alimentaria, América Latina ha aumentado su nivel de inseguridad alimentaria durante el trienio, donde se estima paso de 4.7% a 6.4% y en Asia se mantiene cerca de un 7% u nivel de inseguridad alimentaria. Sin embargo, la misma FAO en 2016 detallaba que se pierden (desperdician/tiran) 1,300 millones de toneladas de alimento cada año, lo que implica un tercio de los que se producen para consumo humano, donde se necesitaron 1,400 millones de hectáreas, superficie mayor al territorio de Canadá e India juntos, con un valor mayor a los 750 mil millones de dólares (a precios del 2009) y se traducen en 223 kilogramos de comida por cada habitante (González, 2016). Sin embargo, la postura de la FAO respecto al bajo rendimiento de las tierras y la baja producción comparada con años o ciclos anteriores los atribuye a los cambios climáticos y fenómenos como El Niño, así como adversidades climáticas, las responsables de los desperdicios de alimento, sin hacer énfasis en el sistema agroalimentario global, donde la paradoja de satisfacer las demandas alimentarias recae en las ganancias de las multinacionales productoras y controladoras de alimento.

Las acciones realizadas por las corporaciones demuestran el funcionamiento del proceso de acumulación mediante el control corporativo del sistema agroalimentario mediante la integración vertical, operando grandes grupos empresariales en distintos eslabones de la cadena agroalimentaria (Heffernan, 1999) de la mano con la conformación del oligopolio

genético-químico transnacional descrita anteriormente. Esta integración vertical queda descrita por el control de mercado que ejercen las corporaciones agroindustriales: Archer Daniels Midland (ADM), Cargill y Bunge (Holt, 2008). Si se consideran las empresas que más activos tienen en el exterior en los cuatro eslabones de la cadena (agricultura, inputs agrarios, alimentos y bebidas y distribución), más de la mitad de los activos (52.7%), teniendo en alimentos y bebidas un 68.6% del mercado (UNCTAD, 2009), corresponden a 10 corporaciones que controlan el sistema agroalimentario.

La incidencia del capital transnacional en la agricultura, en la producción y en la distribución de alimentos refleja, la intensificación de tendencias neo-extractivistas que conforman complejas estructuras (redes, mallas) para establecer relaciones de producción y consumo global, instalándose donde el capital no ha sido expandido, por medio de la proximidad a las zonas de producción de materias primas a los lugares de movilidad y traslado, así como la ampliación de mercados vinculadas a las industrias alimenticias y provisión de insumos (Gorenstein, 2016).. No solo es la dinámica de la producción de alimento, sino la producción de forraje y de (bio)combustible. La cadena de valor de los cultivos como la soya, maíz, caña, dan ejemplo de esto. La incidencia del capital actúa en múltiples localizaciones con diferentes eslabones en la cadena agroalimentaria, bajo marcos regulatorios y “competitivos” que se decretan desde la OMC, el BM y el FMI aumentando a la liberación del comercio, seguido de los grandes tratados comerciales, como el TLCAN y próximamente el CPTPP.

El uso y difusión generalizado de los nuevos paradigmas tecnológicos, ha provocado que compañías como Archer Daniels Midland (ADM), Bunge, Cargill, Louis Dreyfus, de origen estadounidense y suizo, controlen la comercialización internacional de granos, concentrando alrededor de 75% del comercio mundial de cereales (Serrato y Gámez, 2014). De acuerdo con Gorenstein (2016), estas cuatro corporaciones incrementan sus dinámicas gracias a la financiarización a través de consorcios sobre capital de riesgo, fondos de cobertura, de pensión y soberanos, todo bajo propietarias de fondos de inversión y de gestión de activos, así como receptoras de capitales de las instituciones financieras que invierten en mercados agrícolas (p.11).

Las industrias que están en el ramo de alimentos y bebidas han marcado la pauta para el cambio de patrón en la dieta, introduciendo productos diferenciados (competencia) con

distintos valores nutricionales, tal es el caso de la introducción de la caña de azúcar y el alcohol, o como la soya y sus múltiples funciones como proteína. Estos nuevos alimentos se catalogan como alimentos de mayor valor agregado, procedentes de la implementación de los paquetes tecnológicos agrícolas. En el caso de las bebidas, el acaparamiento de los recursos y de mercado se puede ver en las cerveceras SAB Miller y ABInBev (p.12).

La distribución también queda en manos de pocas multinacionales, tales como Walmart, Carrefour, Casino y Cencosud entre las más competitivas, donde poseen cerca del 75% y 80% de las ventas minoristas (p.13) y se apropian del comercio y de la distribución minorista de alimentos y bebidas en países donde se colocan, ejerciendo un control sobre las cadenas de alimentos.

3. La comercialización de los cultivos genéticamente modificados y la experiencia internacional: 1996-2016

El desarrollo del primer cultivo biotecnológico tuvo lugar en 1971, el cual se empezó a comercializar hasta 1986, en Francia y EE. UU. Se trataba de la planta de tabaco resistente a herbicida. Durante esta década, hasta 1995, los campos experimentales pasaron de 5 a 3,647 mil campos en 18 países desarrollados y 13 subdesarrollados. De los cuales, 8 países son de América Latina, 2 países asiáticos y 3 africanos. La mayoría de los campos experimentales se realizaron en EE. UU. (1,952), seguido de Canadá (486), Francia (253), Reino Unido (133), Países Bajos (113), Bélgica (97), Argentina (78), Italia (69), China (60), Alemania (49), Australia (46), Chile (39) y México con 38 eventos (ISAAA, 2015).

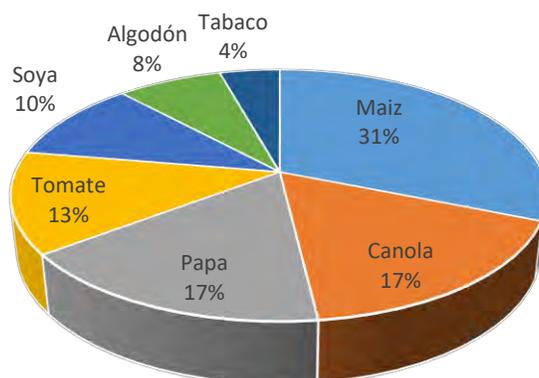
China fue el primer país en comercializar cultivos GM a principios de 1990, con la introducción del tabaco resistente a virus y más tarde con la introducción de un jitomate resistente a virus. En mayo de 1994 se comercializaba el primer alimento “transgénico” a nivel mundial, un tomate; “The FlavrSavr Tomato”. (Guiliani, 2003), producido por Calgene. Este primer cultivo comercializado, de madurez retardada, tuvo poca aceptación comercial y las variedades transformadas pronto fueron retiradas del mercado por diferentes razones (sabor extraño y cambios en su composición) (Martín, 2016, p.7), lo que puso de manifiesto las limitaciones y necesidades de emplear las innovaciones científicas, la investigación y el desarrollo y las formas de comercialización.

Así, en 1996 se da por formalizado la comercialización global de cultivos biotecnológicos con las siguientes estadísticas:

<i>Cuadro 4. Número y porcentaje de pruebas experimentales</i>		
<i>1986-1995: Principales cultivos</i>		
<i>Total de pruebas</i>	<i>3,159</i>	<i>100%</i>
<i>Maíz</i>	1,024	32
<i>Canola</i>	665	21
<i>Papa</i>	362	11
<i>Tomate</i>	353	11

<i>Soya</i>	278	9
<i>Algodón</i>	224	7
<i>Tabaco</i>	161	5
<i>Melón y Calabaza</i>	92	3
<i>Fuente: ISAAA Briefs No.1</i>		

Grafica 1. Porcentaje de pruebas experimentales



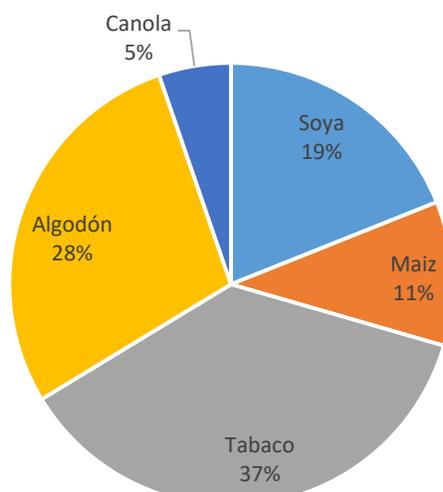
Fuente: ISAAA Briefs No.1

Para iniciar la comercialización global de los cultivos GM, durante una década se realizaron pruebas sobre dichos cultivos, así para antes de su comercialización oficial, se tenía que el maíz era el cultivo con mayores experimentos, seguido de la canola, papa y tomate, como lo muestra el Cuadro 4 y la Grafica 1. Si bien este primer año fueron producciones de menor tamaño, fueron las primeras de carácter comercial, resaltando que el primer cultivo en el cual se iniciaron las pruebas fue el tabaco, no figuraría en año posteriores. La soya, de iniciar pruebas con un 10% respecto al total de las pruebas experimentales, pasaría a ser el cultivo por excelencia GM. A la lista se agrega la alfalfa, tomate, arroz, papa, melón y la papaya, que no representaron más allá de un porcentaje mayor al por ciento, pero han estado presentes a lo largo de estos 20 años de comercialización.

Los datos para el primer año de comercialización (1996), el total de las hectáreas GM serían de 2.8 millones de hectáreas (Ver Grafica 2). Los países con los que inicia este año en cantidad de cultivos son EE. UU., China, Argentina y Canadá. Según reportes del International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), a pesar de

que su cantidad de hectáreas destinadas a cultivos GM no representa más del millón, figuran Australia y México, como los principales países en adoptar los cultivos biotecnológicos.

Grafica 2. Cultivos GM en 1996: % de hectáreas



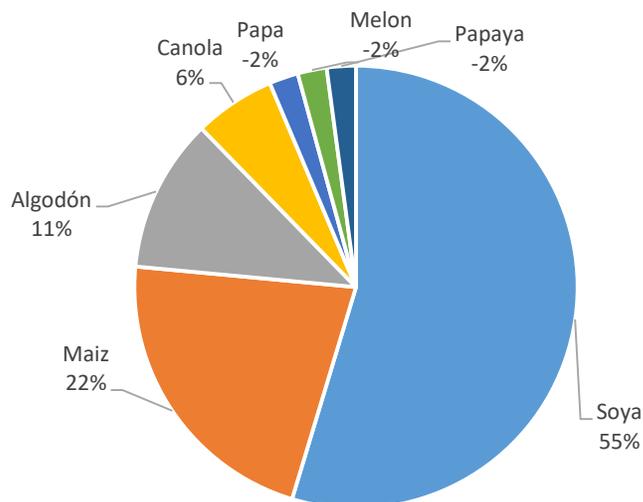
Fuente: ISAAA Briefs No.5

A pesar de que antes de iniciar la comercialización de los cultivos GM, los principales experimentos de cultivos eran de maíz, para el inicio de la comercialización el tabaco tenía un porcentaje mayor de hectáreas destinadas al comercio, con un millón, seguido del algodón, soya y por último maíz (ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Cultivos GM para 1996		
	Hectáreas	%
<i>Soya</i>	0.5	18
<i>Maíz</i>	0.3	10
<i>Tabaco</i>	1	35
<i>Algodón</i>	0.8	27
<i>Canola</i>	0.1	5
<i>Alfalfa</i>	-	-
<i>Arroz</i>	-	-
<i>Tomate</i>	0.1	4
<i>Papa</i>	-0.1	-1
<i>Melón</i>	-	-
<i>Papaya</i>	-	-
<i>Total</i>	2.8	98
Fuente: ISAAA Briefs No.5		

Para el 2000 se había modificado el top de los principales cultivos, siendo soya, maíz, algodón, canola los principales, sin embargo, a lo largo de los registros del ISAAA, aparecen cultivos como melón, papaya y papa con un porcentaje en negativo, pues no representan el millón de hectáreas cultivadas.

Grafica 3. Cultivos GM en el 2000: % de hectáreas



Fuente: ISAAA Briefs No.23

Como lo indica la Grafica 3, la soya tiene el porcentaje mayor, respecto a la totalidad de los cultivos GM, que para el 2000 fueron de 44.2 millones de hectáreas, de las cuales, 25.8 corresponden a la soya, consolidándose como el cultivo GM principal (ver Cuadro 6).

<i>Cuadro 6. Cultivos GM para 2000 (millones de hectáreas)</i>		
	<i>Hectáreas</i>	<i>%</i>
Soya	25.8	58
Maíz	10.3	23
Algodón	5.3	12
Canola	2.8	7
Papa	-1	-1
Melón	-1	-1
Papaya	-1	-1
Total	44.2	100

Fuente: ISAAA Briefs No.23

Otro comparativo importante que empezó a tener relevancia a partir del nuevo milenio, fue el porcentaje de los cultivos GM respecto a los cultivos tradicionales, dada las cantidades de hectáreas utilizadas. Como lo indica la Cuadro 7, al igual que los datos para las hectáreas, posee la mayor cantidad de hectáreas utilizadas, representando el 36% de los 72 millones de hectáreas para los cultivos de la soya. Cabe hacer mención, que los datos de los cultivos no-GM, que denominaremos tradicionales, son datos de la FAO, y que a pesar de ser cultivos aceptados a nivel institución, no son registrados como si fuera otro tipo de cultivo, o en su caso, que tuvieran esa diferenciación de ser GM, por lo que el total de las hectáreas que presenta la |FAO también tiene incluidas las hectáreas GM.

<i>Cuadro 7. Cultivos GM vs cultivos tradicionales: 2000 (millones de hectáreas)</i>			
	<i>Tradicional</i>	<i>GM</i>	<i>%</i>
<i>Soya</i>	72	25.8	36
<i>Algodón</i>	34	5.3	16
<i>Canola</i>	25	2.8	11
<i>Maíz</i>	140	10.3	7
<i>Total</i>	271	44.2	16
<i>Fuente: ISAAA Briefs No.23</i>			

El ISAAA es el único organismo que registra los cultivos GM año tras año, por lo que es la única fuente verificable que existe, lo que indica que para el 2000, el algodón es el segundo cultivo en relación a ser GM, con un 16%, seguido de la canola con un 11% y el maíz, con solo 7% de adopción, a diferencia de ser el segundo cultivo con más hectáreas, superando al algodón y a la canola, en más de la mitad de hectáreas, como lo indica el Cuadro 6, sin embargo, es el cultivo que más hectáreas ocupa a nivel global, llegando a los 140 millones de hectáreas, dedicadas al maíz.

Al paso de 10 años de cultivos biotecnológicos, se consolidaron las empresas en el ramo, pasando de múltiples laboratorios, centro de investigación y empresas transnacionales, las diversas fusiones y compras de centro de I + D, para el 2006, ya estaban en consolidación “*The Big Six*”, y a su vez, se enfocó en mejorar las semillas ya consolidadas a nivel mundial, es decir, de la soya, algodón, canola y maíz. Durante estos primeros 10 años, países que poseen la etnicidad de ciertos cultivos (Como China de la Soya, India del Algodón, México

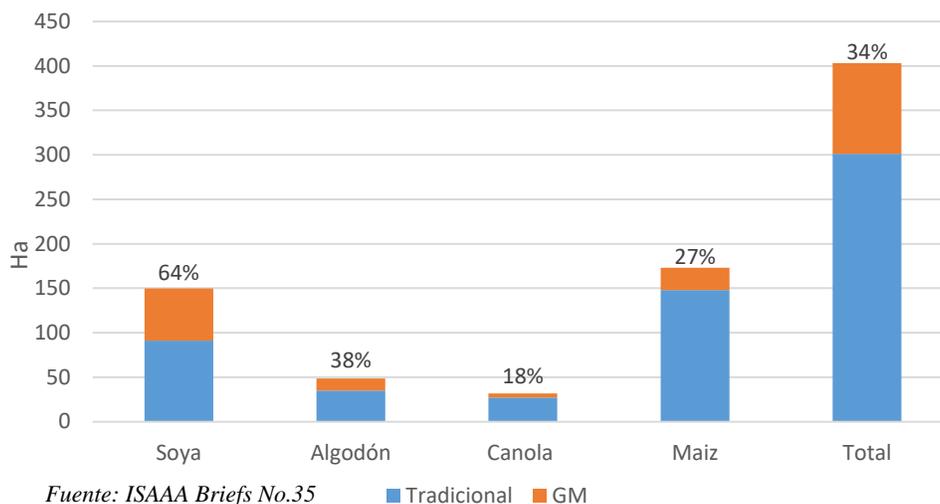
del maíz), han tenido diversas problemáticas a nivel social, cultural, científico y económica que veremos más adelante.

Para el 2006, los principales países en adoptar OGMs son EE. UU., Argentina, Brasil, Canadá e India, con el 53%, 18%, 11%, 6% y 4% respectivamente, de 22 países⁷ que han adoptado ocupar algún cultivo GM (ISAAA, 2006). Los principales cultivos se mantenían (soya, maíz, algodón y canola) mientras que sin llegar al millón de hectáreas aparecían cultivos como la alfalfa y el arroz, teniendo un total de 102 millones de hectáreas GM. La soya tendría el 57% respecto al total de los GM cultivados y con una adopción del 64% (ver Cuadro 8 y Grafica 4).

<i>Cuadro 8. Cultivos GM: 2006 (millones de hectáreas)</i>		
	<i>Hectáreas</i>	<i>%</i>
<i>Soya</i>	58.6	57
<i>Maíz</i>	25.2	25
<i>Algodón</i>	13.4	13
<i>Canola</i>	4.8	5
<i>Alfalfa</i>	-1	-1
<i>Arroz</i>	-1	-1
<i>Fuente: ISAAA Briefs No.35</i>		

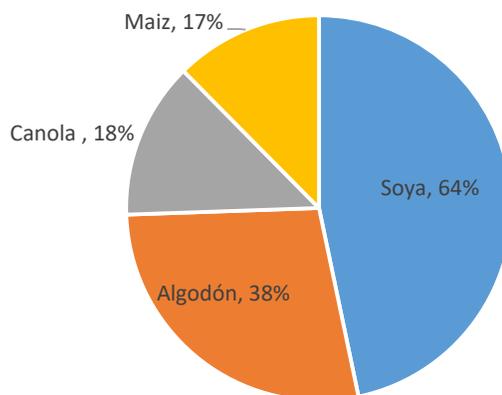
⁷ Seguido de los primeros cinco, corresponde a China con un 3%, Paraguay con un 2% y Sudáfrica con 1%. El resto de los países tienen un porcentaje menor al 1%; Uruguay, Filipinas, Australia, Rumania, México, España, Colombia, Francia, Irán, Honduras, República Checa, Portugal, Alemania y Eslovaquia.

Grafica 4. Cultivos GM vs tradicionales:2006 (millones de hectáreas)



La tendencia para el 2006 sigue la misma, con la soya a la cabeza como principal cultivo GM y con mayor adopción que el resto de los cultivos, 64%, seguido del algodón con el 38%, la canola con el 18% y el maíz con 17% de adopción. El maíz sigue siendo el cultivo que presenta menor porcentaje de adopción, pero con mayores hectáreas destinadas a nivel global. El total de las hectáreas para el 2006 de estos cuatro cultivos, según la FAO fue de 301 millones de hectáreas, dando como resultado, de estos cuatro cultivos, una adopción general del 34% (Cuadro 9).

Grafica 5. Cultivos GM al 2006: % del total de OGMs

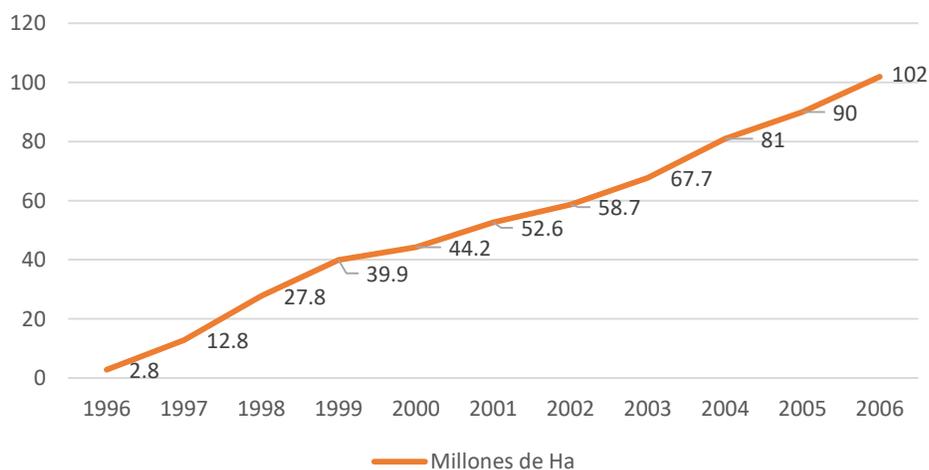


Fuente: ISAAA Briefs No.35

Cuadro 9. Cultivos GM vs cultivos tradicionales: 2006 (millones de hectáreas)			
	Tradicional	GM	%
<i>Soya</i>	91	58.6	64
<i>Algodón</i>	35	13.4	38
<i>Canola</i>	27	4.8	18
<i>Maíz</i>	148	25.2	17
Total	301	102	34
Fuente: ISAAA Briefs No.35			

De estos cultivos, un tercio de la producción ya es GM y teniendo un crecimiento sostenido de la implementación de los OGM's en más países. Para el 2006 se calcula una tasa promedio de crecimiento de 35% y una tasa media anual de crecimiento de 43%, lo que implica una adopción cada vez mayor. Para estos 10 años de cultivos GM, se pasaron de 2.8 millones de hectáreas en 1996 y para el 2006 reportaban 102 millones de hectáreas GM (ver Gráfica 6).

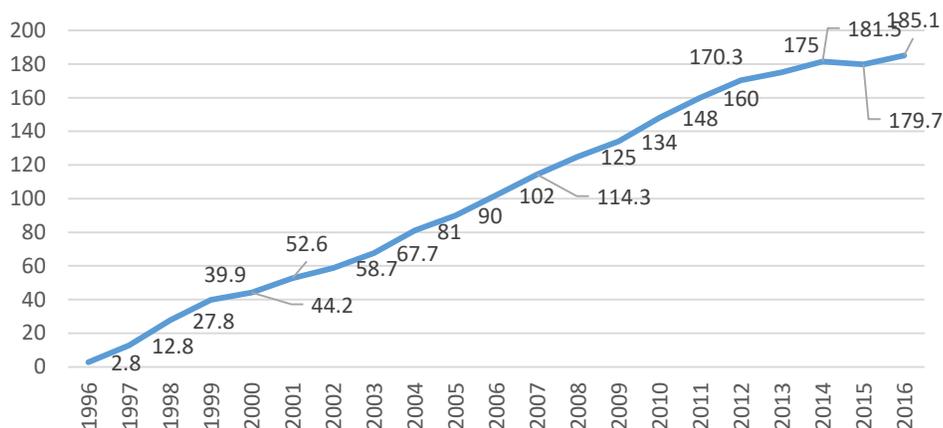
Grafica 6. Hectáreas de OGM: 1996-2006 (millones de hectáreas)



Fuente: ISAAA Briefs No.52

Para el 2016, se celebran 20 años de comercialización de cultivos biotecnológicos, con las fusiones de las megacorporaciones *The Big Six* dando paso a un panorama totalmente controlado y monopolizado, en ciencia, tecnología, semillas, fármacos, innovaciones, etc. La comercialización de cultivos biotecnológicos alcanzaba los 185.1 millones de hectáreas, entre la soya, algodón, maíz, canola y alfalfa como los principales cultivos (Grafica 7 y 8).

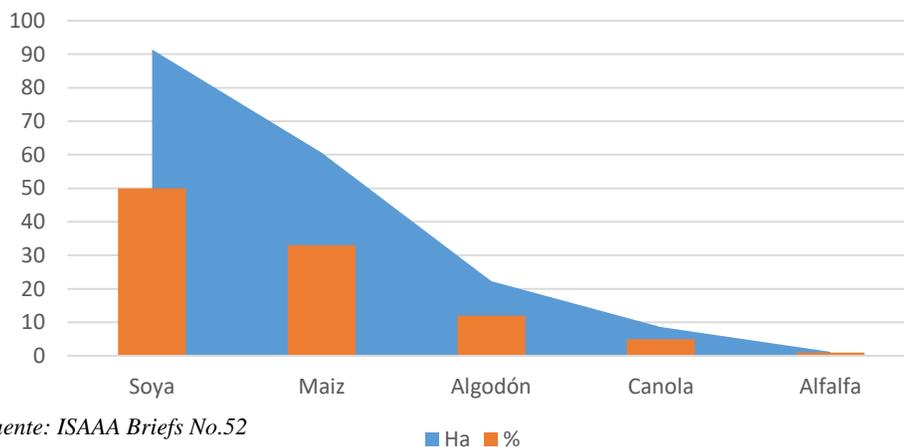
Grafica 7. Hectáreas de OGM: 1996-2016 (millones de hectáreas)



Fuente: ISAAA Briefs No.52

— Hectareas

Grafica 8. Cultivos GM: 2016 (millones de hectáreas)



Fuente: ISAAA Briefs No.52

■ Ha ■ %

Del año 2014 al 2015, hubo una reducción en el total de hectáreas GM, pasando de 181.5 millones de hectáreas a 179.7, dicha reducción de solo 1%, se le atribuye a una baja en el precio de los *commodities*, lo que motivo a los países reducir sus hectáreas destinadas a los principales cultivos biotecnológicos, aunque para el 2016 aumento un 3% la cantidad de hectáreas GM. En dicho año, América Latina, África y Asia poseen el 54% de las hectáreas destinadas a cultivos GM; para el último año en registro, EE. UU. lidera el uso de los OGM's, con 72.9 millones de hectáreas, que corresponden a un 39%, le sigue Brasil y Argentina con 49.1 y 23.8 millones de hectáreas, que le corresponden el 27% y 13% respectivamente. En cuarto sitio, Canadá con 11.6 millones de hectáreas y que le dan solo el 6%, al igual que la

India, con 10.8 millones de hectáreas. Cabe destacar que EE. UU. lidera la mayoría de los eventos biotecnológicos, pero sobresalen los cultivos del maíz y soya; Brasil y Argentina han sido modelo neoextractivista⁸ con la introducción de la soya GM, Canadá adopto por cultivar la canola y la India el algodón, de donde se considera endémico.

Con relevancia porcentual le sigue Paraguay con 3.6 millones de hectáreas y un 2% de participación, al igual que Pakistán y China con 2.9 y 2.8 millones de hectáreas respectivamente. Sudáfrica, Uruguay y Bolivia participan con 2.7, 1.3 y 1.2 millones de hectáreas y les corresponde el 1%. Ya con menos participación se encuentra Australia, Filipinas y Myanmar con 0.9, 0.8 y 0.3 millones de hectáreas, que representan ya menos del 1%⁹ (ISAAA, 2016).

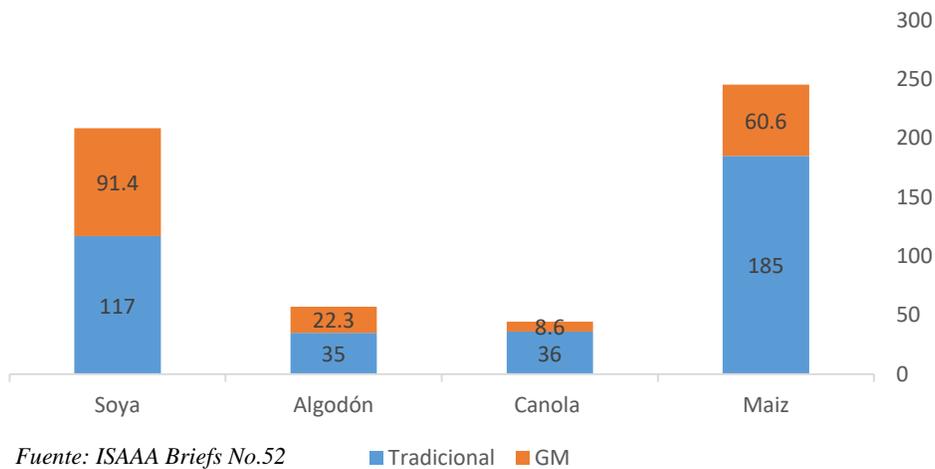
Cuadro 10. Cultivos GM: 2016 (millones de hectáreas)		
	Hectáreas	%
Soya	91.4	50
Maíz	60.6	33
Algodón	22.3	12
Canola	8.6	5
Alfalfa	1.2	1

Fuente: ISAAA Briefs No. 52

⁸ De acuerdo con Edgardo Lander (2014), el concepto del neoextractivismo representa históricamente lo que ha sido el cono Sur y sobre todo América Latina, como principal primario productor y exportador. Una vez se comenzaron a implementar políticas de corte neoliberal a principios de 1970, la teoría de las ventajas competitivas se posiciono como principal modelo económico en los países del Sur, para que se concentraran en lo mejor que podrían producir, *commodities*. Se inicia la era del fundamentalismo de mercado para someter al continente a las exigencias del capital transnacional.

⁹ El listado continuo con España, Suda, México, Colombia, Vietnam, Honduras, Chile, Portugal, Bangladesh, Costa Rica, Eslovaquia, Republica Checa, Burkina Faso y Rumania, ya con un 0.1 y menos del millón de hectáreas, según datos de ISAAA (2016).

Grafica 9. Cultivos GM vs tradicionales: 2016 (millones de hectáreas)



De acuerdo con el Cuadro10 y a la Grafica 9, la soya sigue siendo el principal cultivo biotecnológico, representa la mitad de los cultivos biotecnológicos que se cultivan, y a nivel global, tiene una adopción del 78%, siendo el cultivo GM más adoptado. El maíz representa el 33% de los cultivos GM y con una adopción similar del 33%. El algodón, es el segundo cultivo mayormente adoptado, con un 34% y teniendo un 12% del total de los OGMs comercializados. La canola, del cual tiene el menor porcentaje de adopción, con un 24% y con una representatividad del 5% del total de los OGMs. Con esto se puede dar una idea de la importancia que representa la soya a nivel global para satisfacer las necesidades de las diversas industrias, tanto alimentarias, como de la salud, por los diversos que han encontrado de los extractos de la soya, así como su cadena productiva tan diversificada.

Aspectos económicos

Con la introducción de la biotecnología agrícola, se iniciaba una campaña en favor de la aceptación de la biotecnología a nivel institucional e industrias, mas no a nivel social y/o científico. No es para menos, la biotecnología ha sido una de las grandes revoluciones científicas, por sus alcances y sus proyecciones, pero se ha visto mermada por la manera de su aplicación y su monopolización desde el conocimiento como en sus aplicaciones, hasta el término de la protección intelectual. La biotecnología ha sido motivada e implementada como

un importante elemento de competitividad entre industrias y naciones, lo que obliga a adoptar la tecnología, o en su defecto, realizar inversiones para su desarrollo y comercialización.

Existieron diversos temas económicos que fueron de gran impacto al momento de impulsar la biotecnología:

- A) ***Aumento de la productividad:*** como principal eje de adquisición de biotecnología agrícola, teniendo como efectos una mejora en los niveles de precios, así como un aumento en la comercialización. Como efecto de la productividad, se planteaba una pérdida de ventajas comparativas, con lo que los factores que se tenían “especiales” para competir, ya no serán necesarios, pues con los cultivos biotecnológicos, se podría lograr superar esa barrera climática-ecológica.
- B) ***La privatización del conocimiento:*** acorde al pensamiento *mainstream*, conlleva a una constante superación en la barrera del conocimiento y tener constantes innovaciones, sin embargo, a un costo en el cual, el desarrollo se vería limitado, por su nula difusión hasta pasar cierto periodo, sobre todo en países subdesarrollados.
- C) ***Industrialización de la agricultura:*** al tener mayor control sobre los insumos necesarios para la actividad agrícola, se reforzará el sentido industrial en el sector primario, sumado al aumento de la productividad, la producción intensiva de mercancías (cosechas) la convierte en un carácter industrial. Con la creciente industrialización de la agricultura, la pérdida de mercados locales se verá transformados en mercados especializados, enfocados en satisfacer una sola necesidad (un solo cultivo) el cual se hará competitivo con la introducción de la biotecnología.

Jaffé (1991) resaltaba que la mayoría de los analistas coincidían en que el papel de las compañías biotecnológicas y el papel tan representativo en los procesos económicos iban a poner en riesgo a las diversas economías, sobre todo a los subdesarrollados, además de que las empresas no iban a implementar sus tecnologías por las necesidades económicas y/o sociales, sino por su capacidad de maximizar sus ganancias, lo cual dicho desarrollo económico y social nunca se vería realizado. Sin embargo, el error de la época marcaba que todo estudio se vería con resultado negativo por las políticas proteccionistas y de sustitución

de importaciones, y que verían mejor resultado con las recientes aperturas económicas del momento, el cual, a 20 años de comercialización de cultivos GM y con políticas neoliberales en casi todo el mundo, no se ha logrado ningún desarrollo económico ni social, así como el agrícola.

Con el primer cultivo comercializado GM, que fue el The FlavrSavr Tomato, y su retiro del mercado de EE. UU., se dio por visto las implicaciones que tenía el poner al mercado este tipo de productos. Sin embargo, tan solo en el 2015, acorde al último reporte de ISAAA (2016), los beneficios económicos monetarios rondan los 15.4 billones de dólares (bdd), los cuales, 7.9 bdd corresponden a los países subdesarrollados y el resto, 7.9 bdd a los desarrollados. En su top de países que registraron sus beneficios monetarios, es EE. UU. con 6.9 bdd, India con 1.3bdd, China con 1 bdd, Argentina con 1.5 bdd, Brasil con 2.5 bdd y Canadá con 0.9 bdd.

La principal preocupación de las multinacionales es el cómo recuperar lo invertido en el desarrollo de tales innovaciones, dada la capacidad de reproducción que tenían algunas de las obtenciones vegetales al conservar las características incorporadas por la biotecnología durante varias generaciones. Por un lado, se empezaron a aplicar diferentes esquemas de protección legal a la innovación –propiedad intelectual- ya sea mediante la patente de la construcción genética, utilización de una marca registrada para la planta y para el fruto, etc., sin embargo, uno de los grandes debates de los OGMs es la apropiación legal de la semilla y/o fruto, es decir, patentar “vida”. Los sistemas de protección tienen como propósito asegurar que la semilla que contenga tecnología o genes propietarios no sea replantada sin el pago adecuado por la nueva tecnología incorporada. Este tipo de apropiación biológica va en contra de las condiciones de agricultor (González, 2004).

El plan de dominación político-genético industrial que conceptualiza Guiliani toma forma al tener en cuenta que las principales empresas productoras de semillas modificadas norteamericanas son DuPont-Pioneer y Monsanto, que en 1997 lograron ventas cerca de 1,800 millones dólares, su próxima competidora, la empresa suiza Novartis que obtuvo 928 millones dólares y la francesa Limagrain con 686 millones de dólares para el mismo año respectivamente. Las primeras tres empresas tenían una actividad comercial que representa el 20% del comercio mundial y el 100% del mercado de las semillas transgénicas es controlado por cinco multinacionales, además de controlar el 60% del mercado de pesticidas

(Larach, 2001). Para principios del 2000, Monsanto poseía la patente de 18 cultivos comercializados (de 36), sin contar que se requieren de pesticidas y herbicidas para la producción, que también las tiene bajo patente, como es el caso del Roundup Ready. Monsanto vende un 88% de las semillas transgénicas, Agrevo o Aventis un 4% y Novartis un 8% (Larach, 2001). Para el 2013, un estudio de la Oficina Europea de Patentes colocaba a Bayer con 206 patentes, por delante de Monsanto que registraba 119; Pioneer con 179, BASF con 144 y Syngenta con 135 (CBG, 2013)¹⁰.

A 20 años de cultivos GM y más de 30 años en investigación biotecnológica agrícola e implementaciones globales, a mediados del 2017, está a punto de ser controlado por 3 megacorporaciones: Bayer-Monsanto, Syngenta-ChemChina y DuPont-DowAgro, al parecer con casi el 100% del mercado de semillas, agroquímicos y maquinaria, GPS, drones, etc, dejando una pequeña porción a BASF, como empresa de agroquímicos. Acorde al estudio de Larach, antes del nuevo milenio, se estimaba que había al menos mil empresas semilleras y ninguna controlaba el 1% del mercado, para el 2016, se estima que tengan control, aun divididas *The Big Six*, el 75% del mercado (GMWatch, 2016), sin embargo, no hay dato oficial de la posición de mercado, todas las cifras varían.

No solo está en juego el mercado de semillas y agroquímicos, también el manejo del suelo, clima, agua, genómica de cultivos, hierbas e insectos relacionados, ya que serán los primeros pasos de la cadena agroalimentaria industrial (Ribeiro, 2016). Claramente estamos frente en la carrera por la patente de la vida, producir ganancias y no alimento.

Las cuestiones económicas también deben valorarse por la composición del mercado y/o del sector, en este caso, el sector agrícola, y lo que es llamado el *agrobusiness*, totalmente monopolizado, a lo cual, el desarrollo agrícola queda dependiente de los precios de los paquetes tecnológicos, los agroquímicos y las semillas.

Una cuestión tanto económica, como social, es la particularidad de las patentes, ya que cada patente tiene alrededor de una protección de 20 años, lo cual, al término de esta protección, el OGM en cuestión podrá ser objeto de cualquier empresa que se dedique a reproducirla sin alguna repercusión económica, lo que nos llevará a al inicio de semillas “(bio)genéricas” y con lo cual, será difícil el rastreo de uso de semillas modificadas. Así

¹⁰ Las patentes registradas son únicamente en la Unión Europea. No contempla otro continente o las patentes a nivel global.

como repercute en lo económico y social, de manera sistémica, tiene afectaciones ambientales con la liberación de semillas (bio)genéricas al ambiente sin algún control y/o monitoreo, lo cual puede repercutir en contaminación genética en un plazo de 20 años. Al parecer las innovaciones tecnológicas están adelantadas a la normatividad existentes, lo que provoca que existan ganancias extraordinarias al no tener que regular y ser algo novedoso en el mercado y no tener algún límite en lo que normatividad refiere, repercutiendo en el valor de la biodiversidad de cada región.

Aspectos ambientales

Una de las principales preocupaciones a nivel global es sobre la inocuidad de los alimentos provenientes de semillas GM, sin embargo, no se debe reducir a la inocuidad de los alimentos o los cultivos mismos, sino a la acción - reacción que se genera por cultivar este tipo de tecnología. Una de las más preocupantes a nivel global por el riesgo que representa es la contaminación de otros cultivos y/o otras especies no GM. Existen casos documentados de la contaminación de otros cultivos y hacia otro tipo de especie vegetal vía polen, la cual, pone en riesgo la diversidad biológica y genética del mundo.

Los principales cultivos GM son materia prima para la producción de cualquier tipo de mercancía, y es importante analizar de donde provienen dichos cultivos. Para el caso de la soya, ésta es endémica de China, la cual, a pesar de no tener un gran revuelo sobre la etiquetación de los productos, muchos productos de soya contienen un etiquetado NON GMO, la cual indica que no está hecha con soya GM, y por la cual, se tiene una certeza de que es soya convencional.

Para el caso del maíz, el cual es endémico de México, se han librado batallas legales para prohibir la liberación comercial y experimental de los cultivos GM, al tener el riesgo latente de contaminar las variedades nativas con genes modificados y de que las empresas que planean la liberación (Monsanto, Sygenta, Pioneer) no han mostrado un adecuado monitoreo a las pruebas experimentales ni piloto. Existe una investigación que ha sido censurada en múltiples centros de investigación, revistas especializadas, y por las grandes corporaciones. Ignacio Chapela, quien reveló que fueron contaminados maíces en la zona oaxaqueña en el 2001, con maíces de propiedad de Monsanto (Chapela y Quist, 2001), el cual, aun no tenía

permisos de liberación. Esta publicación desato un debate mundial en torno a la seguridad con que se promueven los cultivos GM y su nula acción respecto a la contaminación a otros cultivos.

El algodón, endémico de la India, es otro caso particular de cultivos que han sido implementados bajo la ideología del crecimiento económico, sin importar las consecuencias ambientales, ecológicas, sociales y mucho menos económicas, ya que no ha representado una mejora desde la implementación del algodón GM. El caso del algodón GM en la India ha sido un caso muy importante en torno a la batalla contra las multinacionales, ya que los campesinos cultivadores del algodón, en una primera instancia recurrieron a la defensa legal, pero al ver la nula acción por parte de sus instituciones, India registro altas tasas de suicidio entre campesinos, que, entre sus características, tenían una contrademanda de Monsanto por violar el contrato que protege la propiedad intelectual de la semilla GM. Es este punto, entre otras problemáticas como la del agua, surgen vertientes del pensamiento crítico como Vandana Shiva, quien relata cómo es que se ha organizado este nuevo mecanismo de acumulación y una batalla económica por las semillas y por la vida misma. Como si fuera poco, la ONG *Greenpeace* en 2008 logro que la Oficina de Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés) quitara una patente a un trigo “desarrollado” por Monsanto, ya que se demostró que dicha variedad de trigo, *Nap Hal*, patentada como *Chapati Chor* había sido desarrollada por granjeros indios para mejorar la calidad de su pan, acusando a Monsanto de haber cometido biopiratería para obtener importantes fuentes de genes del trigo indio.

Existen otros cultivos que no son de los principales cultivados, pero que han representado un punto crítico en la lucha contra la imposición de la biotecnología agrícola y que viola la soberanía alimentaria, como la soya en Brasil, Argentina, Bolivia, etc.

Otras de las preocupaciones a nivel global es la manera en que estos cultivos son modificados, mediante la bacteria Bt, *Bacillus Tirungiensis*, el cual ayuda como organismo, a proteger el cultivo de plagas y/o enfermedades, así como otros cultivos que tienen en sus genes, la resistencia al herbicida, el cual, vendido por la misma compañía, confiere resistencia este, ayudando al control de maleza en los cultivos. Sin embargo, investigaciones a largo plazo en cultivos y conforme se ha propagado la implementación de cultivos GM, se ha demostrado que existe una resistencia de la maleza, siendo insignificante el rocío de herbicida para controlar la maleza y al contrario de su estandarte de uso (de los cultivos GM), el uso

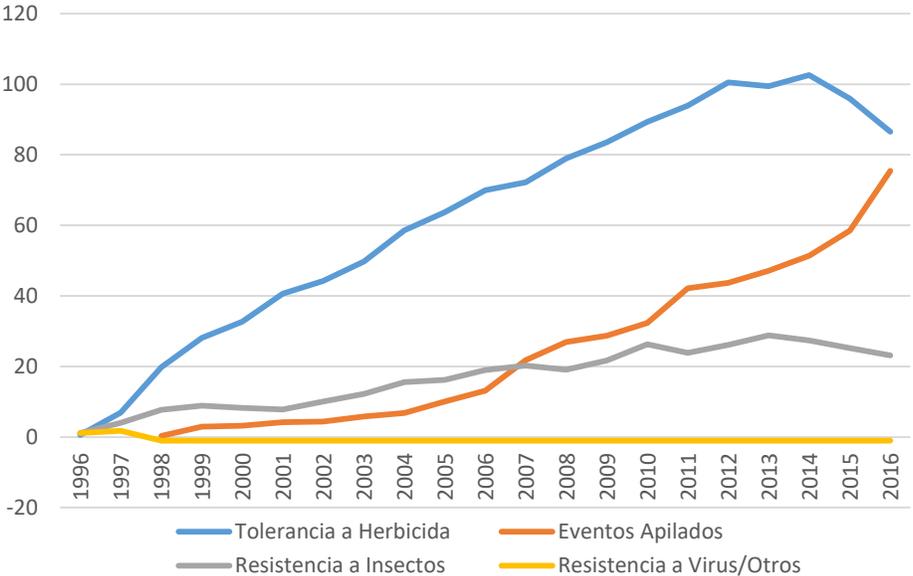
de herbicida, en vez de ser menor y controlado, con el tiempo se tiende a usar el doble o de manera exponencial para el control de la maleza, que por simple biología, como ser vivo (la maleza), tiende a la adaptación y a la supervivencia. El estudio publicado en *Plant, Cell & Environment*, demuestra que *Eleusine indica*, conocida como pata de gallina, es capaz de resistir 25 veces más la dosis recomendada de glifosato, debido a una particular alteración genética desarrollada en años de aplicación (Et. Al., 2017).

La lógica de la agricultura capitalista radica en que sea extensiva e intensiva, con esto, la sola producción de un solo cultivo sea o no convencional, conlleva un desastre ecológico, por la intensificación de la producción de un solo cultivo y la extensión de un solo cultivo, deforestando los ecosistemas alrededor de este cultivo, para así, aumentar las cosechas y/o rendimientos. La uniformidad causada por el aumento del área de cultivo y poseer monocultivos extensos son más propensos y vulnerables a enfermedades y al ataque de plagas, aumentan el riesgo si se desarrollan en ambientes marginales (Altieri, 1998). Aunado a esto, desde la Revolución Verde, que trajo consigo el uso de agroquímicos, se puso en duda su nulo impacto ambiental y a la salud humana. Las compañías argumentaban que el uso del agroquímico, cuando se aplica adecuadamente se degrada rápido en el suelo, no se acumulan en las aguas subterráneas, no tienen efectos en organismos y no dejan residuos en los alimentos, sin embargo, con el paso del tiempo, tanto las prácticas agrícolas han cambiado y mejorado junto con los agroquímicos y las innovaciones en ellos, sin embargo, entre la población campesina marginada, la aplicación correcta de los agroquímicos esta puesta en duda, se ha comprobado que existe una filtración del agroquímico al subsuelo contaminando pozos y tomas de agua, que va directamente al consumo humano y animal, así como el aumento de enfermedades en campesinos. Acorde al último reporte de ISAAA (2016) y desde el inicio de la comercialización de los cultivos biotecnológicos, una de las características de la modificación genética es la resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas y de eventos apilados, que son cultivos con más de una modificación genética¹¹. Los cultivos tolerantes a herbicidas fueron los pioneros y llegaron a representar el 72% de los cultivos biotecnológicos, sin embargo, con la introducción de cultivos de eventos apilados, han tenido una baja considerable en su uso, además de que son semillas de hace ya más de 20 años, por lo que la

¹¹ Hasta el informe del 2007, ISAAA Brief 37, se mostraban cultivos que contenían la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos (Bt) como uno solo. Después se agrupo en el término de eventos apilados.

innovación en ellas es constante. Los cultivos de eventos apilados al 2016, ya representan el 41% del total de los cultivos GM, y los tolerantes a herbicidas el 47%, mientras que los resistentes a insectos solo un 12% (ver Gráfica 10). Estos datos nos dan una idea del impacto ambiental, ecológico y genético que tiene la implementación de dichos cultivos, como en la soya principalmente, maíz y algodón.

Gráfica 10. Tipo de cultivo GM: 2016 (expresado en hectáreas sembradas)



Fuente: ISAAA Briefs No.52

En el 2015, la Organización Mundial de la Salud, cambió de estatus un herbicida mundialmente usado (Glifosato, propiedad de Monsanto), pasándolo a un rango 2A, que indica que puede ser posible cancerígeno. Este cambio de estatus provocó un revuelo a nivel global, porque a pesar de que múltiples investigaciones ya lo habían denunciado, este cambio de nivel, aunque no es como principal causante de cáncer, es un vehículo seguro para desarrollar dicha enfermedad (IARC, 2015). Más tarde, aunque de manera menos oficial, la FAO junto con la OMS lanzaron un comunicado donde, según nuevas pruebas y estudios, el glifosato ya no se encontraba como posible cancerígeno (EFE, 2016), poniendo en duda la credibilidad de las organizaciones internacionales y haciendo evidente el peso de los intereses económicos por parte de las multinacionales, en particular, de Monsanto.

Es por eso por lo que los estudios que tratan de avalar la inocuidad y la seguridad del uso de cultivos GM se tienen que hacer a largo plazo, pero bajo un esquema del principio

precautorio¹², ya que la liberación de éstos no contempla análisis más allá de los periodos de cosecha, y se tiene a olvidar que la tecnología implementada es una tecnología nueva, biológica y que esta, indudablemente, traerá repercusiones a largo plazo en los ecosistemas globales, tanto positivos como negativos.

Aspectos sociales

El tema de la biotecnología es en particular, desconocido por la gran mayoría de la sociedad, aún más cuando se discuten las diversas ramas de las aplicaciones biotecnológicas. En el caso de la biotecnología agrícola, es comúnmente llamado por el término “transgénicos”, ya que así se inició el conocimiento de estos cultivos, desde una perspectiva en contra. Es más fácil que la gente reconozca de qué se le habla, qué mencionando cultivos biotecnológicos o genéticamente modificados, sin embargo, lo asocian en automático a algo negativo, dado que bajo este término se dieron a conocer por las diversas consignas sociales. No es común que alrededor del mundo se tengan posiciones tanto a favor como en contra, y es patrón significativo que las consignas vengan desde el sector agrícola y población relacionada a fines agrícolas, así como activistas y demás gremio que está en contra de este tipo de cultivos. En el ámbito científico existen desde grandes centros científicos en contra, así como ONGs que apoyan la causa. Sin embargo, la gran mayoría de los componentes de la sociedad tienen un gran déficit de información con relación a los cultivos GM, pero teniendo uno de los grandes argumentos en contra de estos cultivos, la apropiación y la extracción de ganancias derivado de las patentes y las demandas que aplican las corporaciones por violar el contrato de la semilla patentada¹³.

¹² Néstor Cafferatta (2004) realizó un rastreo de definiciones acorde a la problemática de la seguridad alimentaria, donde acorde con el, el principio precautorio, con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente. De esta manera existen tres elementos que caracterizan al principio precautorio, la incertidumbre científica, la evaluación del riesgo de producción de un daño, y el nivel de gravedad del daño, donde el daño debe ser grave e irreversible.

¹³ Lo que esta patentada es la tecnología que está detrás para la elaboración de la semilla, no por sí misma la semilla. En este caso, si es una semilla *Bt*, la patente radica en la introducción de dicha bacteria, así como los conocimientos requeridos para lograr tal elaboración.

No es mentira revelar que el nombre de Monsanto es asociado a un mal, así como los OGMs, sin embargo, el gran error en el que se caen las consignas es despreciar estos cultivos cuando gran parte de la alimentación ya es bajo este tipo de cultivos, así como nuevos medicamentos que tratan enfermedades crónicas degenerativas, así como nuevas formas de extracción de energía y/o tratamiento de biomasa. Es decir, argumentar en contra de los cultivos porque “son malos”, es un argumento tan erróneo, así como sus defensores contra-argumentar que las simples cruza de semillas son/eran biotecnología ancestral, así como los alimentos fermentados son productos biotecnológicos. Sin embargo, no es erróneo el malestar social cuando se cuestiona del porque no se informa al consumidor, que compra y que se come, con qué y cómo está realizado el producto final. Al final, si la ciencia y los promotores de la biotecnología tendrían los estudios necesarios para reafirmar la inocuidad y sanidad de los alimentos no habría problema en informar que se está comiendo un OGM o tiene dentro de los componentes algún cultivo GM, sin embargo, esta acción de vender esta tecnología en el alimento no resulto cuando se intentó poner en el primer cultivo comercializado, el FlavrTomato, de Calgene. La estrategia económica que al diferenciar un producto de otros y añadiéndole este nuevo valor, el precio aumentaría por encima de los demás, sin embargo, al no brindar la información necesaria, veraz y certera sobre estos cultivos, no se pudo realizar dicha maniobra comercial. Por tal motivo, una de las exigencias sociales es la etiquetación de los alimentos que contengan algún OGM, para que la decisión final la tenga el consumidor con la información completa.

Pero no se han quedado en el ámbito del consumo las reacciones en contra de la biotecnología agrícola, las movilizaciones y consecuencias más severas se han visto desde el primer eslabón, la producción de alimento. Si bien, el tema central es la biotecnología agrícola, está claro que el papel que juega Bayer, es más que involucrarse en la biotecnología agrícola, sino en el farmacéutico, el cual, empieza a ganar terreno con las innovaciones en medicamentos para enfermedades crónico degenerativas así como el diagnóstico y tratamiento de enfermedades por medio del análisis genético, producción de insulinas y en el cual, será el ramo de las futuras innovaciones medicinales y así, competir por tener en total control dicho mercado, sin embargo, entre estas tres grandes corporaciones, han promovido diversos negocios uniendo capital e investigación para la creación de nuevas patentes en semillas y medicamentos. Lo que podemos rescatar es que habrá una competencia que

generara una nueva generación de medicamentos para las “nuevas” enfermedades, sin embargo, la legislación actual no está al nivel de las problemáticas que surgen con las innovaciones, y para los 20 años de comercialización de cultivos biotecnológicos, habrá una nueva generación de semillas, y habrá una generación de semillas (bio)genéricas que serán difíciles de rastrear una vez que entren en contacto, en cada rincón de ecosistema habrá un gen que no pudo haber llegado ahí más que con miles de años y no por la carrera tecnológica humana.

Aspectos políticos

La biotecnología agrícola era vista como parte de un patrón general de creciente competencia tecnología internacional, donde las políticas públicas fueran al fomento de la investigación científica que propiciara el establecimiento de relaciones más estrechas entre la industria privada internacional, las universidades y los laboratorios nacionales, a fin de acelerar su transferencia hacia el sector privado (Buttel y Cowan, 1990).

Durante 1990-2005, se contemplaba en muchos temas de comercio internacional para los futuros acuerdos comerciales, las cuestiones de la innovación de base biotecnológica, así, como la investigación en la biotecnología agrícola y las implicaciones en la industria agroalimentaria. En los países desarrollados se llevó a cabo una aceptación dispareja, particularmente entre EE. UU. y la Unión Europea, donde en mercados del Reino Unido fueron los primeros en poner un puré de tomate enlatado hecho a partir de tomates GM, éste fue etiquetado abiertamente como OGM, y se vendió con un sobreprecio de 25% y logro una participación de mercado de 150% en relación con el puré de tomate común (González, 2004). Al cabo de un tiempo, las ventas del puré de tomate empezaron a caer y se retiró del mercado, así surgiendo un nuevo nicho de mercado, donde se anunciaban productos totalmente NO-OGMs. Con este hecho se daba por inicio una lucha, entre ambientalistas, ONGs, académicos e instituciones científicas contra las acciones de las empresas biotecnológicas y los aparatos gubernamentales, que no supervisaban las actividades de las empresas y se ponía en duda y en riesgo la inocuidad de los alimentos.

Dichos argumentos no eran para menos, cuando se tenía en el panorama global de las transacciones de las grandes empresas que se empezaban a consolidar como grandes

corporaciones que controlaban el mercado de los agroquímicos y de las semillas. Ahora estas empresas no solo estaban involucradas en la parte agrícola, sino que eran parte del sector farmacéutico, y los intereses entre las cuestiones agrícolas y la terapéutica humana motivaban los discursos anticapitalistas y antiglobalizadores de la época. Para 1998, Austria, Francia, Grecia, Luxemburgo y Reino Unido, habían impuesto restricciones moratorias de alguna u otra manera con relación a los OGMs.

Mientras tanto, estas protestas de exigencia en transparencia y de ofrecer una certeza en la inocuidad en los alimentos y en el procesamiento de estos, en EE. UU. iniciaban protestas similares, pero en menor grado, calmando las protestas con anuncios de que los alimentos no contenían OGMs ni derivados de ellos, como McDonalds, que en algún momento tuvo que pronunciarse de esta manera, pero sin tener la certeza ni alguna evidencia de que los OGMs fueran dañinos. De esta manera, se iniciaba una protesta que corresponde a los que rechazan los OGMs y los que los aceptan, pero de ambos bandos, sin tener alguna prueba, además de que dichas protestas, están enfocadas a la biotecnología agrícola y no la biotecnología roja, es decir, las protestas en contra son por los alimentos derivados de OGMs pero no en la producción de medicamentos vía biotecnología.

Por esta razón, y con la intención de avanzar en la ciencia, los países menos desarrollados, se postraron en una visión anti OGMs que fueron catalogados tecnófobos y anti-desarrollo. Sin embargo, el argumento fuerte de los países subdesarrollados es el proteger la biodiversidad de la cual, es poseedora la gran parte del Sur global. Para ello, y aunque con fines de proteger las innovaciones, se logró el Convenio de la Diversidad Biológica en 1992, el cual contempla la importancia de los recursos genéticos, de los ecosistemas y de las especies, para su supervivencia y para fines económicos, como la materia prima que representa. Como resultado de dicho Convenio, se realizó el Protocolo de Cartagena en 1999, el cual es tema específico en bioseguridad, el cual contempla la manipulación, transporte y uso seguro de organismos vivos modificados. Sin embargo, en su momento, no fue firmado por EE. UU., Canadá, Australia, Chile, Argentina y Uruguay, objetando alguno de los puntos clave. Este hecho desató polémica en torno a la seguridad de los OGMs y los cultivos GM. No solo con la nula firma de estos países se despertaban las dudas, sino también, los países firmantes, sobre todo los subdesarrollados, lanzaban críticas duras:

- Sector totalmente en capital privado
- Desarrollos enfocados a la rentabilidad y no a necesidades
- Aplicación de productos en zonas de mayor desarrollo
- Nula batalla contra el hambre
- Contaminación genética
- Incapacidad de aplicar el principio precautorio

Al final del 2001, pocos países habían ratificado el protocolo. A 10 años del protocolo de Cartagena, en Nagoya, Japón, surge de nueva cuenta la necesidad de establecer nuevos parámetros, así como actualizar las medidas implementadas para la utilización de los recursos genéticos y preservar la diversidad genética y biológica. En octubre de 2010 se llevó acabo el protocolo y hasta 2011-2012 iniciaron las firmas y la aceptación de los países de dicho protocolo. En él, se inscribieron 92 países, sin EE. UU, y fue ratificado por apenas 20 países, en los que destaca México, India y la República Centroafricana, el resto, países europeos¹⁴.

¹⁴ Toda la información referente a los países firmantes se encuentra en línea en la página del Convenio sobre Diversidad Biológica, disponible aquí: <http://bch.cbd.int/protocol/parties/#tab=1> [Revisado en Mayo del 2018].

4. Los cultivos genéticamente modificados en México: algodón, maíz y soya: 1996-2016

A partir de la segunda mitad de la década de los sesenta, la situación económica de la agricultura mexicana empezó a manifestar una transformación de las tendencias previas de crecimiento económico agrícola y pecuario, manifestadas en una persistente desaceleración en los ritmos de crecimiento. Se iniciaba una problemática en la producción de alimentos y un avance en la miseria de la población rural. Romero (1988) destaca que durante el periodo 1965-1967/1978-1980, la tasa de crecimiento de la producción agrícola fue en promedio de 1.7%, muy por debajo del crecimiento demográfico. La pérdida del dinamismo en las actividades agrícolas se enfoca en las superficies cosechadas que tienden a disminuir. Uno de los factores, según Romero, es que los cultivos básicos se encuentran en tierras de temporal, registrando retrocesos absolutos en la producción. Esta problemática de tecnificar el campo junto con el sector rural empobrecido, provocaron una pérdida en la autosuficiencia alimentaria nacional y el agravamiento de la situación nutricional de la población. Para 1973 se había perdido la autosuficiencia en maíz y había déficit recurrente en la producción de productos clave como trigo y frijol. Para 1980 las importaciones de alimentos habían alcanzado un nivel alarmante; más del 25% del consumo nacional de maíz venía del extranjero. Como parte de las acciones del gobierno federal por revertir esta crisis agrícola y a pesar de los breves años de bonanza petrolera, se aplicó el Sistema Alimentario Mexicano¹⁵ (SAM) el cual, el Estado rechazaba el modelo de libre comercio y en su lugar, se comprometía a resucitar el sector de alimentos básicos y a reducir deliberadamente la dependencia de las importaciones (Spalding, 1985). Esto implicaba una reconversión productiva a las prioridades agrícolas, esto significó un triunfo en una parte del sector campesino propietario, así como el de los industriales y financieros que podrían ampliar sus actividades en el campo. Organizaciones como la CANACINTRA, COPARMEX Y LA

¹⁵ El SAM tenía dos cometidos principales, el Estado se comprometía a suministrar recursos financieros y materiales necesarios para incrementar la producción de alimentos básicos, para así recuperar la autosuficiencia en la producción de maíz y frijol para el final del sexenio, y establecía el compromiso de mejorar la distribución de alimentos, desarrollado una serie de programas relaciones con las fases de la cadena alimentaria: producción-transporte-distribución-consumo). En J. Spalding. El SAM: Ascenso y Decadencia. En Estudios Sociológicos III. 8, 1985.

CNPP¹⁶ fueron las que elaboraron la política del SAM, designando prioridad a los cultivos de exportación. Por un lado, el SAM promueve el desarrollo acelerado del capitalismo agrícola por medio de la tecnificación y el financiamiento del capital financiero e industrial y por otro, pretende aliviar las tensiones sociales y políticas del reparto agrario por medio de la productividad y la elevación del nivel de vida vía salarios y la canasta básica (Arteaga, 1985).

A partir de 1982-1987 las tendencias recesivas resurgen con mayor virulencia, observándose un crecimiento en la producción de solo 0.7% frente a un crecimiento demográfico de 2.8% en promedio anual (Romero, 1988, p.12). En este sentido, el PIB agrícola mostraba una tendencia decreciente, al pasar de 1983, siendo de 2.9% a 1986 siendo de -4.2% según datos del Banco de México. Durante este periodo, José Luis Calva junto con Emilio Romero, inician las investigaciones sobre el cambio de dieta que infiere en la demanda de cultivos básicos, derivado de la pérdida del poder adquisitivo y como resultado de las políticas económicas aplicadas por el Estado mexicano. Este cambio de dieta, significativo, ha conllevado a la transformación del sector agropecuario mexicano, de generador a consumidor de divisas, a la creciente dependencia agricultura comercial y de sectores campesino frente a la tecnología y el financiamiento internacional (Romero, 1988, p.13).

Factores como el control monopólico del mercado, los nuevos productos de bajo contenido nutricional (comida chatarra), la presencia de un modelo alimentario elitista fomentado por las grandes transnacionales agroalimentarias, el aumento de la pobreza urbana y rural, y la pérdida de la autosuficiencia alimentaria son los principales factores que arrastra la crisis agroalimentaria mexicana.

En México, los primeros cultivos biotecnológicos empezaron a difundirse en las zonas agrícolas más desarrolladas del país, poniendo de manifiesto que las condiciones en materia de propiedad intelectual y bioseguridad afectan el acceso a los cultivos, además de que existe una gran limitación para manejar una tecnología de gran complejidad regulatoria, además de la escasa capacidad institucional para evaluar riesgos y beneficios (González, 2004). Todo esto asociado a un escaso valor que se tiene considerado (para la temporalidad), a la

¹⁶ Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX), Confederación Nacional de la Pequeña Propiedad (CNPP)

diversidad biológica nacional y el conocimiento tradicional asociado, provoca que pocas zonas inicien con pruebas de cultivos genéticamente modificados, y a su vez, muestra las limitaciones nacionales para adoptar cualquier tecnología, en este caso, adoptar tecnología agrícola.

Desde mediados de los ochenta, algunas instituciones gubernamentales en el país han enfrentado presiones multilaterales y han sido objeto de cabildeo de grandes grupos que buscan modificar y adecuar marcos regulatorios de bioseguridad y propiedad intelectual, cuyo propósito es crear un mercado para sus productos y servicios, pero sin asumir mayor responsabilidad respecto de sus impactos. En muy pocas excepciones, corresponden a exigencias de grupos empresariales, que comandan la biotecnología en el mundo, como un reflejo de la debilidad de las instituciones encargadas de los procesos de regulación en el país. En general, los gobiernos toman esta decisión para no oponerse a los actores importantes que generen desarrollo para sus países, y en México, no es la excepción, lo hacen cuando la dimensión del problema que enfrenta no les deja elección. En este sentido, guiar el cambio tecnológico hacia objetivos de beneficio social más amplio, requiere ajustes al actual modelo de desarrollo (González, 2004).

La comercialización biotecnológica: algodón, maíz y soya

México es considerado entre los principales 6 países que adoptaron la biotecnología, no solo desde que se da por inicio su comercialización, junto con África, Argentina, Australia, China y EE.UU, sino porque a lo largo del desarrollo de lo que se conoció como la *Revolución Verde*, se crearon centros de investigación que al día de hoy son de alto prestigio y de alta investigación, como lo es el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) creado formalmente en 1963, siendo centro de investigación genética y mejoramiento de semillas. De igual manera, pero en 1961, se creó el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), con el propósito de modernizar la ciencia en México, y desde entonces ha sido referente de igual manera en el área de genética y biología molecular.

En 1996 se da por inicio la comercialización de los cultivos biotecnológicos a nivel mundial, involucrando tanto a países desarrollados como a subdesarrollados. Como ya se

expuso en el capítulo previo, los principales cultivos GM son el algodón, canola, maíz y soya, sin embargo, para efectos del estudio, solo se enfocan a los tres que se cultivan a mayor escala en México, que son los mencionados a excepción de la canola. México es considerado como el último país de los seis pioneros en cultivos biotecnológicos con la introducción del algodón GM (ISAAA, 2015) y según datos oficiales (nacionales) se inicia en 1992 con la introducción del entonces comercial jitomate *FlavrSavr* (CIBIOGEM, 2017), sin embargo, ISAAA reporta de 1986 a 1995, año previo a la comercialización, México contaba con 38 campos experimentales, los cuales 2 campos se registraron en 1988, 4 en 1992, 11 para 1993, 8 para 1994 y 13 para 1995, de los cuales 14 campos corresponden para jitomate, 6 para algodón, 5 para chayote, 4 para maíz, 3 para papa, 2 para melón y tabaco y 1 campo para arroz y calabaza (ver Cuadro 11.).

<i>Cuadro 11. Campos experimentales en México: 1986-1995</i>						
	<i>1988</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>Total</i>
<i>Maiz</i>			HT, FR	M	IR	4
<i>Algodón</i>					3IR, 3HT	6
<i>Calabaza</i>			VR			1
<i>Melón</i>			VR		VR	2
<i>Papa</i>		VR		VR	VR	3
<i>Arroz</i>					M	1
<i>Chayote</i>			4VR		VR	5
<i>Tabaco</i>				FR	VR	2
<i>Jitomate</i>	Q, IR	IR, 2Q	2Q, IR	Q, IR, 3Q	Q	14
<i>Total</i>	2	4	11	8	13	38
<i>Nota:</i>						
BR: Resistencia a bacterias		FR: Resistencia a hongos		Q: Características de calidad		
HR: Tolerancia a herbicidas			VR: Resistencia a virus			
<i>Fuente: ISAAA, Briefs No. 1.</i>						

En junio 1988, ocho años antes de que se diera por oficial y “legal” la comercialización de los cultivos biotecnológicos, Empresa La Moderna (ELM) de México, a través de sus participaciones Seminis y DNAP adquirió tres empresas y acordaron una alianza con otra. Las cuatro transacciones por un total de aproximadamente 145 millones de dólares están diseñadas para fortalecer un programa global de Seminis, a utilizar la biotecnología para mejorar las frutas y verduras en términos de mayor productividad, mejor vida útil y nutrición, fines terapéuticos y medicinales, especialmente en los mercados asiáticos.¹⁷ A su vez, la empresa Sinalopasta, propiedad de Cambell’s, solicitaba la autorización para la siembra experimental de jitomate (CECCAM, 2018, P.5) la cual se refleja en el Cuadro 10. Este panorama de la empresa Seminis como una de las grandes productoras de semillas biotecnológicas daba certeza de que México sería un campo prominentemente biotecnológico, pero no lo ha sido por diversas razones sociales, económicas, ambientales y culturales justificadas, además de haber sido comprada por Monsanto en el 2007.

Cabe hacer mención que los datos recabados para cada cultivo fueron obtenidos de los reportes que ha lanzado la CIBIOGEM, así como los reportes anuales que produce ISAAA, sin embargo, un reciente estudio (CECCAM, 2018) que recopila la información de los reportes de la CIBIOGEM, aunado al intento de análisis por parte de esta investigación, no se pudieron obtener datos consistentes para realizar algún análisis para ningún cultivo, ya que también presenta datos erróneos a los oficiales. Existen diversos motivos por los cuales no se pueden tener los datos reales, uno de ellos es por el carácter de confidencialidad que tienen los informes que cada empresa biotecnológica otorga a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), no obstante, tampoco se han corroborado por parte de esta dependencia ni por parte de la CIBIOGEM la cantidad exacta de hectáreas que se siembran con OGMs, ni se lleva a cabo un registro de hectáreas sembradas GM y convencionales, por lo que no se puede hacer ni un comparativo entre las hectáreas convencionales y los rendimientos de las hectáreas con OGMs con datos de fuentes oficiales mexicanas, únicamente con datos del ISAAA.

Hasta el 2016, acorde a datos del ISAAA (2016), desde 1996 se han realizado 158 eventos biotecnológicos, de los cuales 68 son de maíz, 30 de algodón, 22 de soya, 13 de papa y canola,

¹⁷ Este dato se puede apreciar dentro del Cuadro 2. Línea histórica de las adquisiciones-fusiones de empresas agrobiotecnológicas.

5 de jitomate y alfalfa, 1 evento de arroz y remolacha azucarera; mientras que la lista de la CIBIOGEM (2017) registra 165 eventos. Entre 1988 y 2004 se otorgaron 317 permisos a 38 empresas, 3 institutos de investigación y universidades, para 26 cultivos experimentales en 48 sitios de 17 Estados del país; casi el 90% de esta área fue de algodón, en fase experimental o piloto, con una superficie total de 667,510 hectáreas (CECCAM, 2018, P.6), caso contrario con los informes anuales de ISAAA, donde han reportado hectáreas comerciales desde 1996 (ver Mapa 1 y 2).

Aquí hay una problemática de datos, ya que la CIBIOGEM ha liberado una base de datos donde muestra las hectáreas solicitadas, las aceptadas y las que se siembran, el tipo de liberación (experimental, piloto o comercial¹⁸) y el estatus de la solicitud (aprobada o cancelada), y no es hasta el 2010 que el tipo de liberación es comercial, mientras que las solicitudes anteriores no mostraban el tipo de liberación ni las hectáreas sembradas, solo las solicitadas. Si tomáramos las cifras de las hectáreas solicitadas, sobrepasan por mucho las hectáreas sembradas para cualquier cultivo (algodón, maíz y soya) comparando con los datos oficiales del SIAP, y no hay datos de siembras comerciales. En cambio, el ISAAA es consistente con los datos que presenta año con año además de ser un poco más apegada con la realidad mexicana.

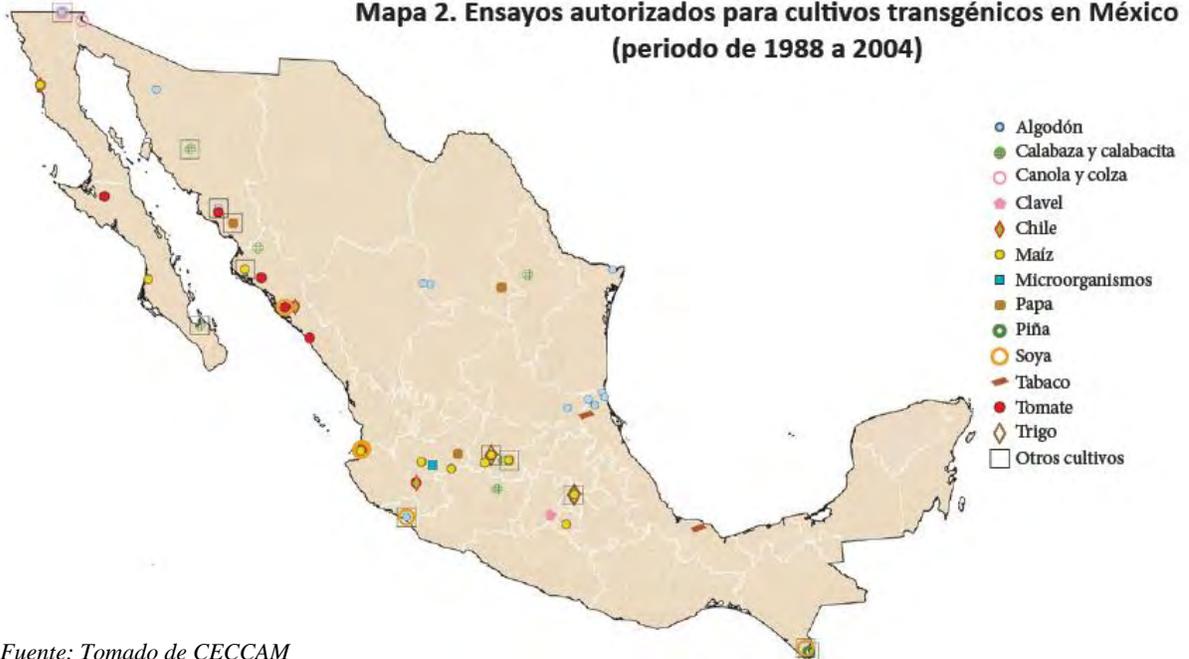
¹⁸ De acuerdo con la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la **liberación experimental** consiste en la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, siempre que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras física o una combinación de estas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, exclusivamente para fines experimentales. La **liberación en programa piloto** consiste en la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, con o sin medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de estas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que constituye la etapa previa a la liberación comercial de dicho organismo, dentro de las zonas autorizadas y en los términos y condiciones contenidos en el permiso respectivo. Y la **liberación comercial** que se comprende por la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, sin que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de estas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que se realiza con fines comerciales, de producción, de biorremediación, industriales y cualesquiera otros distintos a la liberación experimental y de la liberación en programa piloto, en los términos y condiciones que contenta el permiso respectivo.

Mapa 1. Sitios solicitados para la liberación de transgénicos en México (periodo de 1988 a 2017)



Fuente: Tomado de CECCAM

Mapa 2. Ensayos autorizados para cultivos transgénicos en México (periodo de 1988 a 2004)



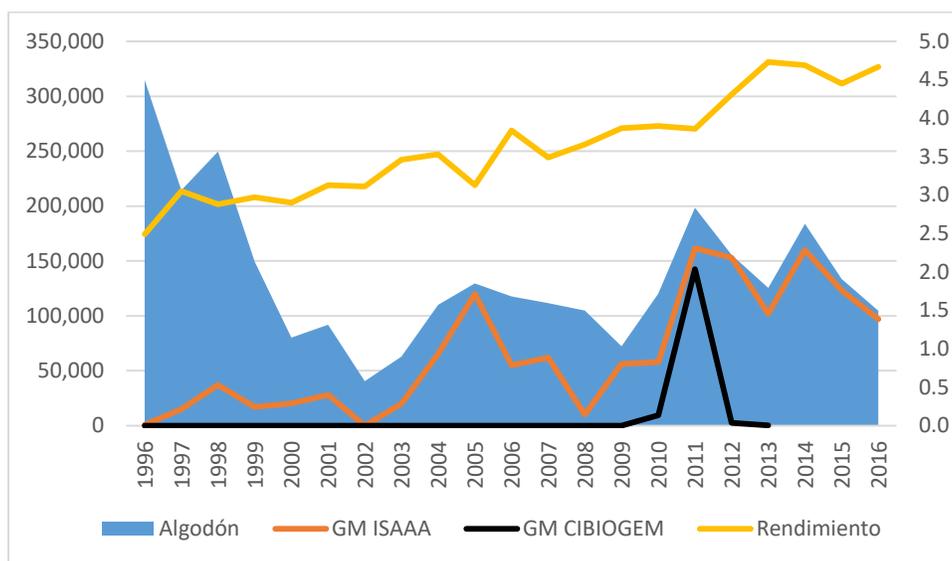
Fuente: Tomado de CECCAM

Del 2005 al 2016, hay ya una reglamentación legal, de cómo proceder con las liberaciones de cultivos, por lo que se puede explicar parte de este rezago de captación de información. Durante este periodo, más el 2017, se han solicitado más de 853 permisos para la liberación de cultivos GM, que de forma acumulada ascienden a 15.4 millones de hectáreas para 9 cultivos distintos, de los cuales la mayor extensión la ocupa el algodón, seguido por la soya (CECCAM, 2018, P.5). Durante ese periodo, el CECCAM especifica que se logró la aprobación únicamente de algodón y soya GM para liberación comercial, información diferente a la presentada por el ISAAA, ya que también presenta para un año liberación comercial para el maíz.

Algodón GM

En 1996 inicia México con la comercialización de algodón y jitomate, mientras que disponía de alfalfa, canola, chile, algodón, maíz, papaya, arroz, soya, chayote, tabaco y trigo. Aunque es considerado pionero en estudios y en implementar la biotecnología agrícola, México no alcanza un punto porcentual dentro de los países que adoptan la biotecnología agrícola. El cultivo que sobresale de los demás, es el algodón, que ha representado menores problemáticas sociales respecto al maíz y la soya y que tiene la mayor cantidad de adopción en los 20 años de cultivo, pero sin llegar a representar un porcentaje importante a nivel mundial. Los datos recabados muestran que, para el algodón existen hectáreas que se destinaron a campos experimentales, pero no se hace mención si tuvieron un destino comercial o alguna referencia alguna como lo informa el ISAAA, sino hasta 2010, donde ya se especificaba, sin embargo, al tratar de usar estos datos previos al 2010, se encontró que sobrepasaban las hectáreas sembradas a las que reportaba el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), por lo que no hay certeza de que datos son los que se aproximan a la realidad, sin embargo, se muestran los datos de ISAAA y de la CIBIOGEM,.

Grafica 11. Algodón en México 1996-2016 (miles de hectáreas)



Fuente: ISAAA Briefs; CIBIOGEM (2017)

La línea azul representa el total de hectáreas sembradas de algodón con datos del SIAP, estas hectáreas no tienen la diferenciación o caracterización de que fueran con semillas GM; la naranja, que fueron datos recopilados del anuario del ISAAA, muestra la cantidad de las hectáreas, que según el ISAAA fueron hectáreas sembradas y cultivadas; la línea gris que representan los datos del CIBIOGEM, son hectáreas que fueron sembradas, que por la revisión de los datos, son mucho menores las hectáreas sembradas a las autorizadas y solo del 2010 al 2013.

Como se muestra en el gráfico y con la comparación de los datos del ISAAA, se han adoptado casi al 100%, después de 20 años de cultivos, el algodón GM. Para el 2000 ya se tenía un aproximado de un 33% de adopción GM, y al paso de 10 años, ya tenía más del 90% de adopción, sin embargo, con la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) en 2005, disminuyeron subsecuentemente la adopción de algodón GM, pero por ser un cultivo que, a pesar de tener una siembra irregular y que ha venido a la baja la cantidad de hectáreas destinadas a la siembra, su rendimiento ha aumentado el casi doble desde el inicio del periodo en estudio. Para 1996 se tenía un total de 314,776 hectáreas y su rendimiento fue de 2.5 toneladas/hectáreas. Para el 2006, con 117,656 hectáreas, tuvo un rendimiento de 3.8 toneladas/hectárea, y para el 2016, con 104,587 hectáreas, se obtuvo un rendimiento del 4.7 toneladas/hectárea; en la gráfica se puede apreciar una disminución por más de la mitad de las hectáreas destinadas al algodón y se muestra un aumento en los

rendimientos. No solo puede ser por mejoras en la labranza o aprovechamiento de tierras, de ser un cultivo intensivo y extensivo, a un cultivo que, en menores proporciones de tierras, se puede tener un mejor control de plagas y una mejor cosecha en menor cantidad de hectáreas, no obstante, en 2015 el SENASICA, daba a conocer que los cultivos de algodón estaban libres de la lombriz rosada, con lo que se ganaba el reconocimiento global por erradicar dicha plaga en los cultivos de algodón, a su vez, por aumentar los rendimientos desde 1996, donde pasaban de 3.7 a 7.7 bales de algodón por hectárea (ISAAA, 2015). También está presente que para el 2016 ya se tiene cerca del 100% de adopción y que han mejorado los rendimientos con menor cantidad de hectáreas.

Según el CECCAM (2018), durante el periodo 2005-2017 las solicitudes fueron de Bayer (162), Dow AgroSciences (2), INIFAP (10), Embajada de EE.UU. (2), Monsanto (228) y Pioneer (1), de los cuales, únicamente Bayer y Monsanto han tenido la autorización a nivel comercial. Donde se han llevado a cabo las liberaciones son en Baja California, Coahuila, Chihuahua, Colima, Durango, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. (Ver Mapa 3).

**Mapa 3. Sitios solicitados para el cultivo de algodón transgénico en México
(periodo de 2005 a agosto de 2017)**



Fuente: Tomado de CECCAM

- Sitios permitidos para siembra comercial
- Sitios solicitados

Maíz GM

El maíz es un cultivo representativo de la polarización de información para el público en general en temas de cultivos biotecnológicos. El maíz tiene una importancia cultural que sobresale en cuestión de identidad de México. Nuestro país es rico en biodiversidad, y una de ellas es ser centro de origen y de diversidad genética del maíz y muy probablemente, tenga la mayor diversidad del maíz en el mundo. Derivada de un proceso de domesticación de hace aproximadamente 10,000 años a partir del teocintle, forma parte de un cultivo que tiene mayor presencia en el país, no solo para la alimentación humana, forma parte de los insumos para la ganadería y materia prima para numerosos procesos industriales, por lo que es el cultivo agrícola más importante. Sin embargo, dada su importancia, siempre ha sido un

cultivo el cual, en épocas de crisis, crecimiento, sin importar situación, es un cultivo que siempre esta presenta en el campo mexicano, pero las exigencias globales lo han colocado en la mira de la biotecnología, porque ha pasado de ser una fuente de alimento humana, a ser el alimento para ganado, el cual, dadas las características del sistema agroalimentario, se ha convertido en materia prima para la industria.

Como campo de estudio y parte de investigaciones científicas, la biotecnología agrícola se abría paso en la década de los noventa y principios del nuevo milenio. No obstante, frente a este nuevo panorama de revolución tecnológica, surgieron voces a favor y en contra, pero han surgido investigaciones que han sido censuradas por mostrar afectaciones y alterando intereses por arriba de las necesidades académicas y científicas. Tal es el caso para el maíz en México. Ignacio Chapela, revelo que fueron contaminados maíces en una zona oaxaqueña en el 2001, con maíces de Monsanto (Chapela y Quist, 2001), el cual, aun no tenía permisos de liberación¹⁹. Esta publicación desato un debate mundial en torno a la seguridad con que se promueven los cultivos GM y su nula acción respecto a la contaminación a otros cultivos, sobre todo advirtiendo el riesgo genético y de la biodiversidad genética. Esto puso en duda la veracidad y con la que se protegía la biodiversidad genética, puesto que, en 1998, el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA), de 1995 a 1999 propuso una moratoria a la liberación de maíz GM, SAGARPA implemento la moratoria hasta 1999 (CECCAM, 2018, p.18).

No obstante, sin tener datos certeros, el ISAAA, para el 2009, celebrara que México por fin pusiera fin a una moratoria legal, que no permitía sembrar maíz GM, y en el cual aprobaba 21 campos experimentales, 12 se realizaron de octubre a noviembre en Sonora y Sinaloa, 9 entre febrero y abril, en el 2010 en Tamaulipas y Chihuahua. Acorde con el ISAAA (2009) las compañías que iniciaron los cultivos experimentales de maíz fueron DowAgroSciences-Pioneer Hi Bred, y Monsanto, con 3 eventos para Dow Agro-Pioneer y 2 eventos para Monsanto; según la CIBIOGEM, el total de las liberaciones experimentales fueron de 4.928 hectáreas en total. Para el 2010 se agregó la zona de la Laguna, en Coahuila. En el 2012 los cultivos de maíz se encontraban ya en fase piloto en Sinaloa y Tamaulipas, pero al 2013 se suspendían los permisos de liberación y las fases de experimentación. No obstante, para el

¹⁹ Por este tipo de acciones, tanto de grupos de investigación, academia, así como parte de las instancias gubernamentales, se pone en duda la veracidad de los supuestos de la biotecnología agrícola y solo dejan dudas sobre la intensa necesidad de adoptar cultivos biotecnológicos.

2014 se sembraron 100 mil hectáreas de maíz GM, según datos del ISAAA, sin embargo, los reportes del CIBIOGEM no especifican superficie sembrada, pero si mencionan la superficie solicitada y que esta sería en fase comercial, las cuales son: para el 2013 se solicitaron 3,550,077.11 hectáreas y para el 2014 se solicitaron 2,105,243.64 hectáreas, pero en ningún año se especifica la superficie sembrada. Siendo así, como lo marca la CIBIOGEM, ningún año se liberó de forma comercial maíz GM, únicamente programa piloto y experimental, caso contrario a lo que reporta el ISAAA.

Según el CECCAM, las solicitudes las realizaron el CINVESTAV (1), AgroSciences (24), DowAgroSciences y Pioneer (18), Pioneer (119), Monsanto (109) y Syngenta (56). Los Estados donde se llevaron a cabo las liberaciones experimentales y la fase piloto fue en Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (ver Mapa 4).

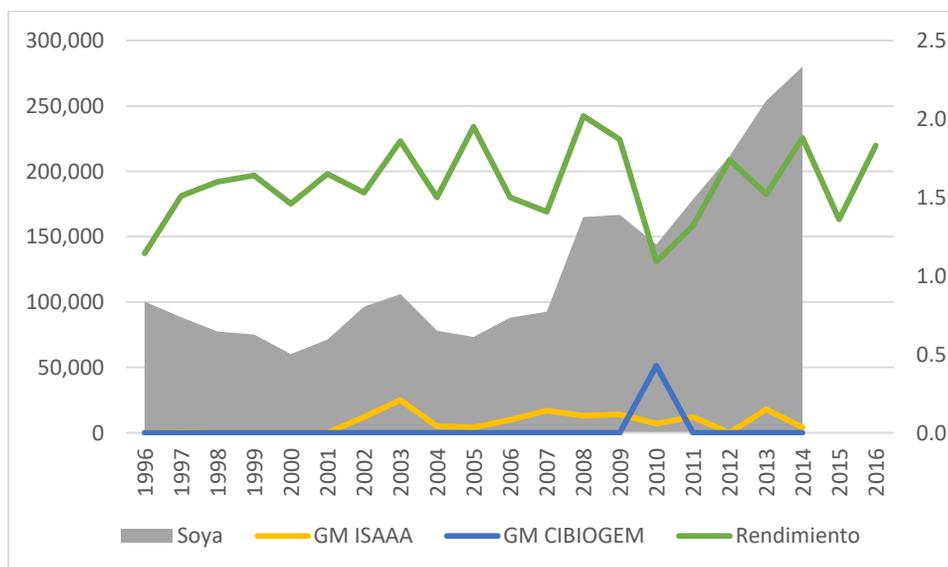


Soya GM

La soya es el segundo cultivo que más se ha implementado en el país, pero no teniendo una adopción importante y si, representando una externalidad negativa a la producción de miel orgánica maya. Acorde con el ISAAA, se tiene el primer cultivo comercial de soya por 500 hectáreas en 1999, y no fue hasta el 2004 que de nueva cuenta se tienen registros de siembra de soya GM, únicamente el 2014 no hay registro de hectáreas sembradas. Sin embargo, la CIBIOGEM únicamente reporta en el 2012, 51,392.25 hectáreas sembradas, que fueron derivadas de una solicitud de Monsanto y que fue aceptada, donde las hectáreas que se solicitaban eran de 253,500 hectáreas y las instancias correspondientes dieron el aval comercial. Así lo confirma de igual manera el CECCAM, teniendo en cuenta las múltiples solicitudes de liberación experimental.

En el 2011, acorde con ISAAA, se estimaba para los cultivos de la soya GM en Tamaulipas, Yucatán y Chiapas un 3%, 50% y 28% de adopción respectivamente, pero con un promedio general de solo el 17% de adopción de soya. Para 2012, la polémica que generó la prohibición de soya GM en la zona de la península se vio reflejada en la siembra de esta y de la producción de miel orgánica por parte de la comunidad maya. En Tamaulipas se tenían registro de 946 hectáreas, mientras que en Chiapas fue 5,626 hectáreas.

Grafica 12. Soya en México 1996-2016 (miles de hectáreas)

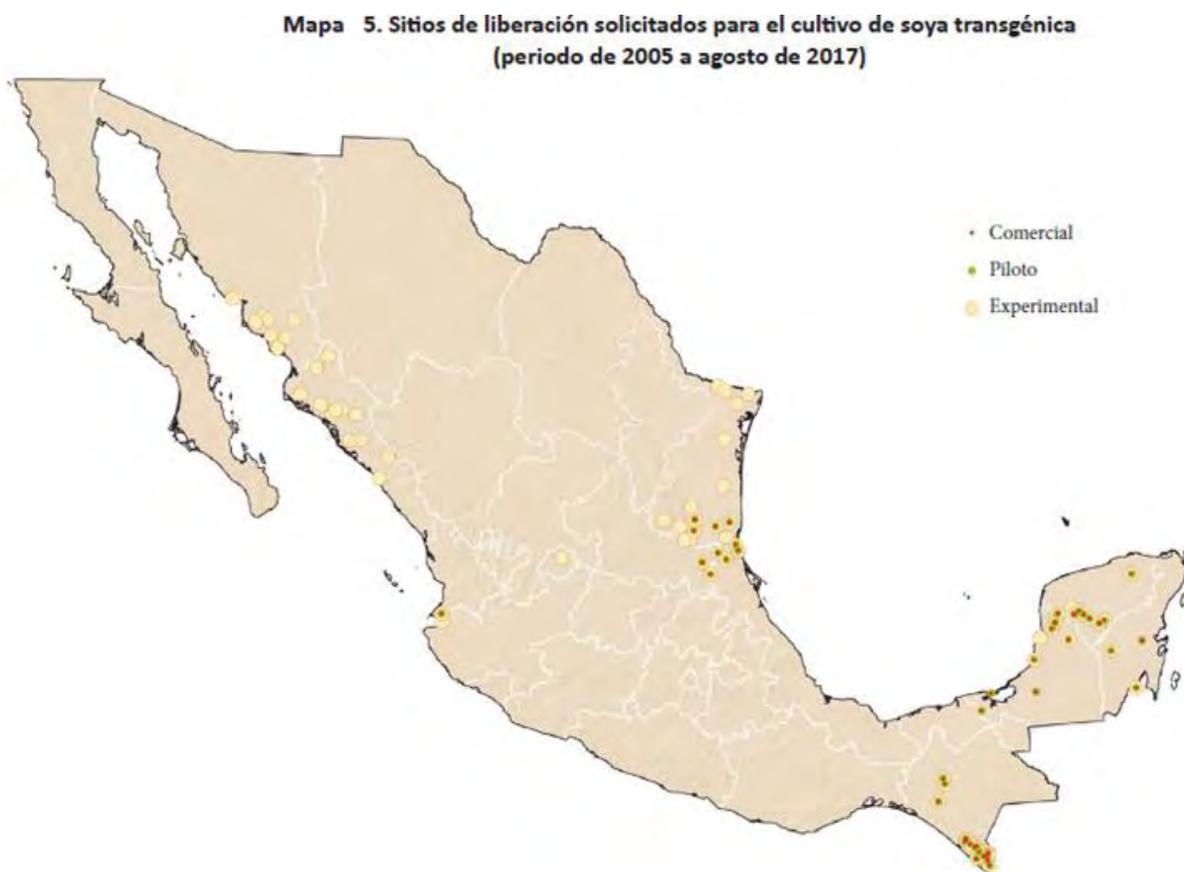


Fuente: ISAAA Briefs; CIBIOGEM (2017)

En la Grafica 12 se muestra que no hay mayor adopción de soya GM, ni previo al 2012 y de forma obvia, después de dicho año. Sin embargo, se aprecia que aun, aumentando las hectáreas sembradas de soya no hay una mejora en los rendimientos de dicho cultivo que oscila entre 1.5 y 2 toneladas/hectárea.

Acorde con el CECCAM, Bayer (6), INIFAP (1), Monsanto (32) Pioneer (13) han presentado solicitudes de liberación, siendo solo Monsanto teniendo un permiso de liberación en 2012. Cabe señalar, que a pesar de que el ISAAA reporte hectáreas sembradas, la CIBIOGEM no reporta ni solicitudes para soya GM después del 2013, lo que pone en duda ambas fuentes de información su veracidad y realidad, siendo más impactante la opacidad de información por parte de las instancias gubernamentales.

Los Estados donde se ha liberado soya GM comprende a Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (ver Mapa 5).



Fuente: Tomado de CECCAM

5. Los impactos económicos, ambientales, sociales y sus efectos generados por los cultivos genéticamente modificados en México

Los impactos de los diferentes cultivos pueden asociarse a la importancia que tiene o se les han dado a los cultivos GM introducidos en México. Sin duda, gracias a la oposición que se realizó frente al maíz GM, la gente ha venido conociendo a los cultivos biotecnológicos, pero aun desconociendo en su gran mayoría la importancia (por su impacto) que tiene la biotecnología agrícola a nivel global como nacional. Y no es mentira que gran parte de la sociedad escucha *transgénicos* sin siquiera tener la certeza a que se refiere este término y es asociado a algo malo, dañino. Sin embargo, llevan en nuestra vida poco más de 30 años y los daños aún no se pueden cuantificar, dado el nivel de globalización. México se ha caracterizado por ser uno de los países pioneros en aplicar la biotecnología agrícola, así como uno de los principales que se oponen a dicha tecnología, lo cual suena paradójico. Pero es de esta manera que se desenmascaran los mitos, tanto negativos como positivos, que pudieran tener los cultivos biotecnológicos.

Como todo avance tecnológico, la realidad se queda chica frente al panorama de oportunidades que este representa y que pueden ser aplicables a cualquier esfera de la producción como de la sociedad. Y es de esa manera, que se tienen que implementar nuevas normas y reglamentos que ayuden y conduzcan, el buen uso de las tecnologías nacientes.

Para el 2005 el gobierno mexicano debatía la LBOGM, que fue aprobada en febrero y expedida el 18 de marzo de ese año. Para el siguiente año, como parte de la LBOGM, se creó la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) como parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la cual establece las políticas relativas a la seguridad de la biotecnología respecto al uso seguro de los OGMs. Y no fue hasta el 19 de marzo, pero del 2008, tres años después de expedir la LBOGM, que se expidió el reglamento de dicha ley, en la cual establece las condiciones y requisitos que se necesitan para llevar a cabo liberaciones de cultivos GM.

Cuando finalmente se logra la creación de la ley, habrían pasado 10 años de comercializar algodón, maíz y soya GM, así como introducirla sin un debido procedimiento. A su vez, dicha ley fue cuestionada al grado de llamarla “Ley Monsanto”, la cual, sus críticos, la aplicaban acorde a las necesidades de la transnacional y no por las necesidades agroalimentarias; niega el principio precautorio, así como tampoco prevé consultas públicas

para la adopción y liberación de los cultivos solicitados, con ello exime las responsabilidades por contaminación genética, pero si responsabiliza a los campesinos o quien ocupe las semillas, por uso indebido de patente (Ribeiro, 2005).

Existe un descontento generalizado por la introducción de cultivos biotecnológicos, sobre todo por el “atentado” que representa para el maíz criollo y endémico de la nación, con sus múltiples variedades. No obstante, el análisis de los tres cultivos (algodón, maíz y soya) es para enmarcar las diferencias que han emergido desde la postura crítica y la aceptación. Es interesante señalar, que, como parte de la introducción de la biotecnología agrícola, México realizaba experimentos en papa y jitomate (cultivos que no estaban dentro de la gama de las semillas de las transnacionales para potenciarlas a nivel global), pero si en los intereses de la agroindustria²⁰, pasaron de ser prioridad en los cultivos biotecnológicos y se realizó una reconversión productiva para introducir la soya, algodón y maíz.

Impactos económicos

Para el caso del algodón, es un cultivo que no ha despertado intereses ni protestas sociales de prohibición. Ha sido el único OGM adoptado casi al 100% en su siembra, y esto ha representado una mejora en los rendimientos. México para el 2009 era el mayor importador de comida, semillas y fibras de EE. UU. registrando compras por más de 9.9 billones de dólares (ISAAA, 2015). Al 2015, el Consejo Nacional de Productores de Algodón resaltaba las importaciones por más de 800 mil pacas. Destaca que en la década de los 60 y 70, México era un gran productor de algodón y la industria textil requería 650 mil pacas, pero a partir del TLCAN, EE. UU. no tuvo limitaciones y la industria nacional tenía millones de pacas en stock de distintas clases y características. Esto provoco que se dejara de consumir algodón mexicano (Chávez, 2015).

Sin embargo, dada la adquisición de Monsanto por parte de Bayer, la Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE) ha condicionado la fusión con una desinversión en semillas vegetales y ciertos herbicidas no selectivos, ya que con la adquisición de Monsanto, Bayer se convertiría en el único proveedor de semillas de algodón GM y obtendría una

²⁰ Como ya se señaló en el Capítulo 2, Fundación Rockefeller y Kellogg’s financiaron investigaciones para desarrollar un potencial de papa y trigo GM, así como financiar al CIMMYT.

participación importante en el mercado de semillas para cultivos como cebolla, pepino, tomate, sandía, melón y lechuga, así como en los herbicidas no selectivos. Sin las condiciones impuestas, reduciría alternativas importantes que tienen los agricultores mexicanos, de una amplia gama de semillas y herbicidas no selectivos, lo que podría ocasionar mayores precios, menor investigación y desarrollo de nuevos productos. Como propuesta, la COFECE argumentó que podría vender esos negocios a la competencia BASF, ya que según cuenta con la capacidad de inventivos para competir (Barrera, 2018).

Para el caso del maíz, ha sido insuficiente la cantidad de maíz amarillo que se produce y que demanda la industria nacional, y la cual satisface de las importaciones provenientes de EE. UU. El dato más reciente, en febrero del 2018, se daba a conocer que México había realizado la mayor importación de maíz, derivado del aumento de consumo, principalmente pecuario, porque aumento la producción de cerdo, pollo y huevo. Se importaron 16 millones 500 mil toneladas, tanto de maíz amarillo, como de maíz blanco, convirtiéndose como primer comprador (Espinoza y Tadeo, 2018). Como parte de la seguridad alimentaria nacional, se ha propuesto introducir el maíz GM, pero no se ha comprobado que, con la introducción de maíz biotecnológico, se adapten a los climas mexicanos, ni a las regiones donde se pretende liberal, en cambio, las variedades nativas han demostrado tener mayor rendimiento bajo otro esquema de laboreo, por lo que se ha pedido inversión en tecnificar la agricultura mexicana. Acorde a la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2014, la superficie agrícola total era de 27,496,118 hectáreas, de las cuales, 5,576,992 hectáreas, únicamente el 20% es de riego, y dentro de los principales cultivos con el 58% de la superficie sembrada, sobresale el maíz blanco, sorgo, frijol, café, caña y trigo. Por lo que la tecnificación ha quedado rezagada en discurso de modernizar el campo mexicano.

En el caso de la soya, la introducción de dicho cultivo fue para tratar de aumentar la producción nacional y disminuir las importaciones, sin embargo, al 2016, se estima una importación de soya por más de 3 millones de toneladas, muy por debajo de la producción nacional, que cerro en el 2016 por arriba de 509 mil toneladas. Por si fuera poco, la cantidad de soya que se importa frente a la cantidad, de más de 250 mil hectáreas aprobadas para la siembra de 51,392 hectáreas de soya GM, provocaron más daños económicos a la producción de miel orgánica maya. A pesar de haber teniendo recomendaciones de no otorgar dichas hectáreas, los correspondientes especialistas de la Comisión Nacional para el Conocimiento

y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) Y del Instituto Nacional de Ecología (INE, ahora INECC) (Gómez, 2015); además de que el área establecida para la liberación se encontraba cerca al área de forrajeo de abejas melíferas (Narváez, 2013), donde se exporta anualmente 700 toneladas de miel orgánica, que propician una derrama económica de 2 millones de dólares, vendiendo por kilogramo 285 dólares, aproximadamente 4,500 pesos (Ricárdez, 2015) se otorgaron 253,500 hectáreas para la liberación comercial. Esta liberación provocó una moratoria en la venta de la miel, que, al ser considerada orgánica, pasó por un proceso de revisión para descartar cualquier tipo de contaminación con *transgenes*. Exportadores reportaron que esta medida indujo en la reducción del precio de importación a Europa en un 15%, aun cuando la siembra de soya no fue generalizada. Para los apicultores, la disminución del precio de la miel fue mayor, llegando a un 30% menor al precio obtenido en la temporada del 2011 (MAOGM, 2018).

Impactos ambientales

Por parte del algodón, el aumento de sus rendimientos y su disminución en hectáreas pero aumentando la densidad por hectárea, se ha logrado siembras en surcos menores a 100cm, lo que reditúa en la reducción del 20% de agua, fortaleciendo a la planta y evitando su evaporación, así como la reducción de aplicaciones de herbicida (de 13 a 3) (SAGARPA, 2014, p.24), con lo que, para el 2015, el SENASICA anunciaba que en Chihuahua, el cultivo de algodón se encontraba libre de la *lombriz rosada* y con ello daban por hecho un aumento del 30% de su producción (ISAAA, 2015, p.144). No obstante, las demandas de contaminación genética a variedades silvestres mexicanas han sido expuestas, pero sin resultados contundentes que demuestren una contaminación genética considerable, así como su uso de las plantas hijas, como alimento para ganado. Sin embargo, aún no hay investigaciones certeras sobre la inocuidad o riesgos de consumir dichos cultivos.

Caso contrario con el Maíz, que desde el 2001, Ignacio Chapela había revelado la contaminación de maíces criollos de Oaxaca con transgenes de propiedad de Monsanto, lo que despertó la exigencia de cancelar cualquier tipo de liberación de maíz GM. Como ya se

detalló de la moratoria impuesta en 1999, a casi 11 años, en el 2009, el gobierno mexicano decidió terminar con dicha moratoria y otorgar permisos de liberación piloto y experimental.

Con la liberación de la soya GM, en el En 2011, un diario alemán detecto que la miel de la Península de Yucatán contenía polen de soya GM. El Tribunal de Justicia de la Unión Europea (UE) dictaminó que la miel que presentara polen de OGM de cualquier especie debería recibir aprobación regulatoria antes de ser comercializada en Europa. Más tarde se rectificó que el polen es un componente natural específico de la miel (el polen), con lo que el polen con rastro de OGM solo debe ser etiquetado si supone más del 0.9% del producto, con lo que ahora no hay problema de etiquetación y/u aprobación para su comercialización. A su vez, se inició la discusión de si el polen es un ingrediente o un componente, y que si se contempla como un componente no necesita ningún etiquetado, a comparación de si es un ingrediente (Europarl, 2014). En el 2012, un laboratorio *Intertek Group* reporto haber encontrado 15 muestras de miel maya contaminada con transgenes. Además de la contaminación a la miel, también los apicultores mayas denunciaban una población menor de abejas, apuntando como culpables a Monsanto (a quien dieron permiso de liberación) por la deforestación de las más de 250 mil hectáreas, con lo que, no solo la deforestación, sino el cambio de uso de suelo, pasando de ser una selva (rica en biodiversidad) a un monocultivo. Según datos del Global Forest Watch, en el 2013 se perdieron más de 100 mil hectáreas entre la península de Yucatán y Campeche, a consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola y por la subsecuente siembra de soya GM. Al cambiar el uso de suelo, para convertirlo en un monocultivo, la biodiversidad se ha visto afectada fauna de alto valor ambiental, como el jaguar. También se intensificó el uso del agroquímico glifosato, donde según estudios que realizaron los locatarios, entre 2012-2013, dos mil colonias de abejas murieron producto de las técnicas de fumigación para los cultivos de la soya (MA OGM, 2018).

Impactos sociales

Para el algodón, pareciera ser que es un cultivo GM que se ha impulsado de manera correcta y que ha dado resultados en mejoras de producción, disminución de recursos económicos como naturales, pero no deja de ser un cultivo intensivo y extensivo, con el uso respectivo de herbicidas. Sin embargo, la idea de que es un cultivo modificado, o en su caso

llamado *transgénico*, provoca una sensación de que la semilla es de mala calidad, o es mortal para su cultivo. Como caso contrastante, tanto para el maíz como para la soya, se crearon agrupaciones civiles y campesinas, donde se pedía tanto por la vía institucional como con argumentos de externalidades negativas, el cese al uso y liberaciones de dichos cultivos biotecnológicos, sin el consentimiento de los campesinos y de la sociedad en general.

Para el maíz, desde la moratoria interpuesta en 1999 para que no se otorgaran permisos de liberación, fue cancelada por decreto presidencial en el 2009. A finales del 2011, la SAGARPA y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determinaron por un acuerdo administrativo, una propuesta de centros de origen y diversidad genética del maíz, en las cuales no se pueden sembrar OGMs y en donde si está permitida (De Ita, 2012). A la par del decreto que ponía fin a la moratoria de introducción de maíz GM y que fue interpuesta para no contaminar genéticamente los maíces criollos, organizaciones civiles, campesinos, académicos, etc. lograron un colectivo llamado *Red en defensa del Maíz*, llevaron a cabo una demanda colectiva en julio del 2013, con ella se suspendían las otorgaciones de permisos de liberación. Para octubre del mismo año, se emitía una medida precautoria en la que ordena a la SAGARPA y a la SEMARNAT de abstenerse a otorgar permisos de liberación de maíz GM y suspender cualquier otorgamiento de liberación experimental, piloto y comercial. En diciembre falla a favor de la demanda de las organizaciones civiles, pero la SAGARPA solicitó un amparo contra la medida cautelar. Esto ocurrió en el 2014, y para 2015, en febrero, dos tribunales colegiados resolvieron dos amparos ordenando que se mantenga la medida precautoria que suspende la siembra y continua la demanda que se interpuso en el 2013 (Martínez y Cauchi, 2015, p.71). Para el 2016, en marzo, sufría un revés la sentencia, pues se autorizaba la siembra experimental (Ribeiro, 2016), y a finales del 2017, un tribunal resolvió mantener las medidas cautelares que impiden la siembra comercial, pero dejó en manos de la Suprema Corte decidir la constitucionalidad de disposiciones en la ley que las sustentan, de la LBOGM (Reuters, 2017).

Para la soya, una vez notificada las observaciones por parte de la Unión Europea, los campesinos mayas se organizaron y crearon un movimiento que se conformó por cooperativas de apicultores, comunidades mayas y las empresas privadas del sector, así como con organizaciones ambientales y de derechos humanos, donde se presentaron en ocho de las

principales zonas arqueológicas, un monumento colonial y una gran parcela agrícola de la península de Yucatán, formando la frase *MA OGM* (y nombre del colectivo). Un mes después de estas acciones, la SAGARPA aprobaba 253,500 hectáreas para la siembra de soya (y sembrándose 51,392). Los apicultores no se sintieron escuchados y recurrieron a la vía legal, por lo que impusieron dos amparos legales, argumentando que no se efectuó una consulta con la comunidad campesina, que afectaba una práctica ancestral y representaba un daño económico a su actividad tradicional y el daño al medioambiente por ampliar la frontera agrícola y el uso excesivo de herbicidas, como un derecho al medioambiente sano (Martínez y Cauchi, 2015, p.15). Para el 2014, en respuesta a las demandas y acusaciones, se anuló en Yucatán el permiso otorgado por la SAGARPA a Monsanto de sembrar soya GM, teniendo como argumento la afectación a la producción de miel (Boffil, 2014). Paralelamente, campesinos de Campeche y Chiapas se manifestaron de igual manera por la acción legal, y la sentencia de los amparos, hicieron que se volteara a ver la organización, cooperación y manifestación que se dio en campesinos indígenas, autóctonos mayas, por conservar sus actividades económicas tradicionales por encima de los intereses económicos de las transnacionales. Estos esfuerzos por defender la apicultura como actividad ancestral, les mereció el premio Ecuatorial 2014 otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Martínez y Cuchi, 2015, p.76).

6. Conclusiones

Como parte de la (re)configuración del sistema agroalimentario, la introducción de la biotecnología ha sido presentada al mundo como uno de los grandes avances científicos del siglo XX y XXI. La modificación de los genes para mejorar las cualidades de los cultivos, así como de seres vivos sin duda es un gran paso para la humanidad y para el ámbito científico, sin embargo, bajo las condiciones actuales del capitalismo, la concentración del conocimiento en pocas naciones y sobre todo en las desarrolladas, provoca críticas donde el marco de la CEP así como las teorías del sistema mundo, centro y periferia, retomen fuerza junto con la crítica anticapitalista latinoamericana como el Buen Vivir y prácticas como el Agroecologismo y las nuevas ideas y corrientes de pensamiento como la Economía Ecológica, dan una visión, explicación y forma de ver el mundo que da sentido a la dinámica actual y deja entrevisto los intereses por introducir bajo cualquier premisa la tecnología desarrollada por los centros, con el fin de seguir logrando la reproducción y valorización del capital sin atender las necesidades humanitarias.

Si bien, el capital busca espacio para su reproducción, ha encontrado en esta crítica, una nueva forma de valorización como lo son los mercados orgánicos, sustentables, autosuficientes, etc. que se han enfocado en un dar respuesta a un sistema alimentario contrario al actual, mostrándose como “amigable” con el medio ambiente y, sobre todo, preservando los conocimientos ancestrales y campesinos, sin atentar contra ellos bajo una patente. Aun con las prácticas llevadas a cabo, resulta insuficiente hacer frente, cuando se carece de la noción, de la importancia que tiene la agricultura para la reproducción del sistema capitalista y bajo el modo en que está concebida, como una agricultura intensiva y extensiva. El sector primario, es el engranaje principal para que los demás sectores se realicen como tal, sin embargo, la biotecnología ha sido de gran ayuda para lograr esta *industrialización* agrícola, y lograr aumentar la producción de todo producto industrial. Es decir, la biotecnología ha ayudado a acelerar el proceso de acumulación de capital, así como de su realización en el mercado global.

Como quedo descrito en el primer capítulo, desde la óptica de la CEP, la recreación del mercado mundial, la concentración del tiempo histórico, concebida en la implementación de la biotecnología e implementado con la valorización de los cultivos GM, las relaciones

sociales rurales, se vieron sometidas a la lógica de la ganancia ahora con la materia prima fundamental, que es la semilla. La concepción de una propiedad intelectual en una semilla es un tema que sigue causando revuelo y motivo de rechazo; es la tendencia de la extensión del capital, a toda forma de mercantilización y reproducción. Si bien, desde lo abstracto a lo concreto, para el segundo capítulo se pudo confirmar que el desarrollo de la biotecnología agrícola, a su vez, el desarrollo del sector agroalimentario, tomo un mismo camino, el de la monopolización y concentración de mercado, facilitado (y dictando) las políticas económicas e industriales desde los organismos internacionales, con una óptica predominante neoliberal, han dado como resultado, un par sectores totalmente monopolizados por pocas multinacionales. El fraccionar de la cadena de valor, ha conllevado que el mundo quede más dependiente de otras naciones para realizar su actividad productiva, sin embargo, los que mantienen estas políticas económicas de producción y comercialización, son los corporativos, que se instalan donde mejor convengan para generar mayores dividendos. No obstante, al tratarse de una tecnología biológica, se ha tenido que hacer de diversos respaldos científicos para garantizar que la población se sienta segura con la producción de ciertas mercancías, o lo derivado de la materia prima. No solo a un grado alimenticio, como se expuso en el segundo capítulo, con la ayuda de la biotecnología, además de la química y demás ciencias ya aplicadas a la industria, se posibilitó la obtención de dichos cultivos plásticos y aceites, más tarde también la posibilidad de obtener combustible. Esto ha sido un gran motor para potencializar los cultivos, pero no todo cultivo, solo los que mayormente se puedan adecuar y esos han sido el algodón, la canola, el maíz y la soya, sin que la cifra de personas con carencia crónica de alimento disminuyera, acorde con la FAO.

Bajo esta óptica y con los datos expuestos en el capítulo tercero, podemos ver que EE. UU, Argentina, Brasil, Canadá e India son los nuevos portadores del modelo neo-extractivista y son los promotores del desarrollo industrial agrícola, así como de la nueva competencia tecnológica agrícola, para lograr el desarrollo. Es curioso mencionar que existen países de corte progresista, de izquierda en América Latina y son los principales países en producir soya GM. ¿No estamos frente a una contradicción? Parece ser que el “Socialismo del Siglo XXI” tampoco es tan “amigable” con el medio ambiente o con temas de ecología, y sin embargo, han sometido a la agricultura bajo un proceso de tecnificación capitalista.

A su vez, nos muestra la tendencia de los principales 5 cultivos, donde el único panorama que se presenta es seguir con la tendencia del monocultivo orientado a la exportación y con relación a la exigencia de las industrias, sin importar la biodiversidad y la potencialidad de quizá, algún otro cultivo. No hay estudios que demuestren que dicha reconversión, sea productiva de un cultivo a otro, pero con tal de adentrarse en la competencia mundial de producir alimentos a nivel industrial, las externalidades parecen no importar. Está claro que América sea convertido de nueva cuenta en el proveedor mundial de alimentos.

Dentro del marco de la agricultura latinoamericana, se ha demostrado que la transnacionalización ha conllevado a una re-primarización y un neo-extractivismo, independiente de las orientaciones políticas de cada país, lo que demuestra que la incursión de la tecnología en el sector agrícola es más una exigencia de competencia mundial para entrar en los mercados globales vía capital multinacional. Gudynas (2011) explica cómo es que los grandes capitales son motores para promover un cambio radical en la agricultura, gestionando las cadenas de valor, concentrando y deslocalizándolas, creando una especie de fuerza local que se adopten paquetes tecnológicos, se impulse el monocultivo y se promueva una ganadería extensiva, todo esto bajo la visión de la distribución de insumos, el comercio exterior y la distribución de alimento, centralizada en un grupo de empresas multinacionales.

Aterrizándolo a la realidad mexicana, en el capítulo 4 los datos arrojaron realidades distintas para un “mismo problema”. Como parte de la justificación, fue el realizar un análisis para los 3 cultivos GM adoptados en México y no solo a un cultivo, el maíz. A este cultivo se le ha prestado mucha atención y es en relación con la importancia cultural, histórica y biológica, en el cual, las posiciones están totalmente en contra de una adopción de maíz GM. Sin embargo, se asocia que cualquier cultivo GM adoptado representaría un peligro o amenaza de cualquier índole, y los datos nos arrojaron una perspectiva diferente para un cultivo, el algodón GM. Si bien el maíz por ser endémico necesitaría una regulación más estricta, con la soya no sucede lo mismo, pero ha representado una externalidad a la producción de miel orgánica maya, así como una disminución de precio en el mercado europeo, para el algodón no es así. Siendo el único cultivo del cual, no se tiene un movimiento campesino por el cual se defiende sembrar algodón tradicional o convencional, y por otro lado se tiene una industria que se va fortaleciendo, y a pesar de no aumentar las hectáreas

destinadas a la cosecha de algodón, han mejorado los rendimientos, motivo por el cual no puede ser encasillado como algo negativo para el desarrollo agrícola de la región productora.

Con ello, como parte del desarrollo sustentable, se decidió reflexionar acerca de los impactos económicos, ambientales, sociales y políticos, ya que, como es la misma biotecnología, una disciplina multidisciplinaria, el análisis de los cultivos GM tendría que llevar la misma razón, partiendo desde la crítica económica para el mejoramiento de la planeación de liberaciones biotecnológicas.

Si bien, los cultivos GM han sido pregonados como viables frente las necesidades alimenticias, de pobreza y como una herramienta que ayude a que el sector agrícola se vea beneficiado, el análisis crítico debería implementarse desde una óptica ecológica, donde frente a la incertidumbre, predomine el principio precautorio, sin caer en ideologías tecnófobas. Desde la economía, desde la CEP y adoptando una postura ecológica, cabe recordar la multifuncionalidad de la agricultura para así, destinar los recursos necesarios a donde se necesite aplicar la tecnología para mejorar la calidad de vida de los campesinos sin detrimento alguno de la biodiversidad ni poner en riesgo latente los ecosistemas. Sin embargo, se necesita de todos los sectores, sociales, académicos, científicos, que se cree una conciencia de que la ciencia aplicada al capital no es la solución, aplicada a la comunidad gestionada por la comunidad, es la vía para poder lograr un mejoramiento en la vida rural.

El problema alimentario global no es falta de producción ni escases de alimento, es debido a la mala distribución de los ingresos, a los factores históricos que han conllevado a que naciones sean dependientes de otras y que no poseen una soberanía alimentaria, así como las que las poseen, no se vea amenazada por la introducción de las multinacionales que controlan el aparato agroindustrial. Es una lucha contra la concentración de capital, de los intereses particulares por encima de los intereses de una nación, de las necesidades alimentarias de las mismas y de las decisiones de producción. La globalización ha provocado que las grandes industrias, con el estandarte del crecimiento y desarrollo económico, bajo las políticas de corte neoliberal, se apoderen poco a poco de naciones enteras con concesiones y con proteccionismos comerciales para ostentar la mayoría del mercado. Sin embargo, las decisiones que a la postre, parecieran las correctas, las resistencias campesinas han demostrado lo contrario; la promoción del autocultivo y la agricultura familiar, una vez más muestra el camino para lograr una revolución de pensamiento, que no solo incluya el cambio

económico, sino cultural y social, de los impactos ecológicos que provoca el sistema capitalista. La actual composición del sistema agroalimentario ha impulsado a un consumidor más proactivo y atento a los riesgos de los productos vendidos, donde la calidad y nuevas características del producto es el eje de la competencia, donde nuevos mercados como los orgánicos y los libres de “*transgénicos*” se suman a la cadena de nuevos productos mercantilizados, así como los llamados “artesanales”. Sin embargo, no es la transición a un Socialismo del siglo XXI, es una reconfiguración del capitalismo maduro, donde se va adoptando a todo espacio disponible para su realización como capital.

Los diversos movimientos campesinos se ven reflejados en la conservación de su cultura, de la biodiversidad y de una manera social de reproducción y convivencia con la naturaleza. Las diversas luchas en contra de la imposición de los paquetes tecnológicos han sido muy claras, sin embargo, con el sector científico dividido entre las dos posturas, el debate se torna complicado, pero no imposible. Frente a la incapacidad de la ciencia de dejar claro el nulo riesgo a la aplicación tecnológica de los transgenes, debería aplicarse el principio precautorio hasta que se encuentren evidencias sólidas, independientes y totalmente ajenas al capital de los agroindustriales. Las luchas campesinas se han convertido en un movimiento para dismantelar toda clase de estructuras rurales de privatización y de acaparamiento de tierras en favor de un particular, en detrimento de las necesidades rurales, en una lucha por sustituir las formas de propiedad y de producción a unas más eficientes y racionales, así como tratos igualitarios y erradicar la separación de las tomas de decisiones en el ámbito de las políticas públicas de producción de alimento. Esto se traduce en una lucha por conseguir una soberanía alimentaria.

A 20 años de iniciar la comercialización de cultivos biotecnológicos, sigue habiendo pobreza y hambruna. La economía *mainstream* considera que la tecnología nos ayudara a superar toda clase de problemas, aun cuando parezcan no tener alguna solución, sin embargo, la implementación de tecnologías sin un cambio de pensamiento y/o políticas económicas, solo provocaran que se agudicen los problemas existentes, y por ello, es necesario un cambio de pensamiento ecológico, sistémico, dentro de la ciencia económica.

Bibliografía

- AFP. (28 de junio, 2017). ChemChina cierra la compra de Syngenta. En El Economista. Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/ChemChina-cierra-la-compra-de-Syngenta--20170628-0089.html>
- AgroBio. (2012). Marco regulatorio de los Organismos Genéticamente Modificados destinados a la agricultura. pp. 2-8.
- Aguilar Monteverde, Alonso. (2002). El México de hoy: sus grandes problemas y que hacer frente a ellos. Miguel Ángel Porrúa - Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Altieri, Miguel A. (1998). Riesgos ambientales de los cultivos transgénicos: una evaluación agroecológica. Agri. Tex. Mex. Vol. 24. No.2. Julio-diciembre.
- Amin, Samir. (2005). Las luchas campesinas y obreras frente a los desafíos del siglo XXI. El Viejo Topo. Madrid.
- Ap. (2017). DuPont y Dow aplazan fecha de fusión. En El Economista. 31 de Marzo. Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/DuPont-y-Dow-aplazan-fecha-de-fusion-20170331-0045.html>
- Arteaga Pérez, Javier. (1985). El Sistema Alimentario Mexicano (SAM): una perspectiva Política. En Estudios Sociológicos III. 8. El Colegio de México. México.
- BBC News. (2016). ChemChina offers to buy Syngenta for \$43bn. 3 de febrero.
- _____. (2016). Bayer confirms \$66bn Monsanto takeover. 14 de septiembre.
- Barrera, Adriana. (2018). Autoridad antimonopolio de México condiciona fusión entre Monsanto y Bayer. Reuters. 4 de junio. Recuperado de: <https://mx.reuters.com/article/agricultura-mexico-monsanto-bayer-idMXL2N1T60ZO>
- Bauman, Zygmunt. (2005). Modernidad y ambivalencia. Edición de Maya Aguiluz Ibargüen. Rubí: Anthropos.
- Banco Mundial (BM). (2015). Seguridad alimentaria: Panorama general. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/topic/foodsecurity/overview>
- Bergel, Salvador. (2001) Biotecnología y sociedad. Ciudad Argentina.

- Bolívar Zapata, Francisco Gonzalo. (2017). Transgénicos. grandes beneficios, ausencia de daños y mitos. Academia Mexicana de Ciencias. IBt, UNAM, El Colegio de México. México.
- Buttel, F., Cowan, T. (1990). La biotecnología en el contexto internacional. Centro de Ecodesarrollo. México.
- Casas, Rosalba. (1993). La investigación biotecnológica en México: tendencias en el sector agroalimentario. IIS-UNAM. México.
- CBG Network. (2013). Patentes de ingeniería genética de Bayer y BASF. 10 de octubre. Recuperado de: <http://www.cbgnetwork.org/5243.html>
- CEFP. (2007). Los Subsidios Agrícolas en los Países del TLCAN. H. Cámara de Diputados, LX Legislatura, México.
- CECCAM. (2018). Treinta años de transgénicos en México. Compendio cartográfico. México.
- Chapela, Ignacio. Quist, David. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, México. En Nature, 414, 541-543, 29 November. Department of environmental science, policy and management. University of California, Berkeley, California.
- Chayanov, V. Alexander. (1974). La organización de la unidad campesina. Nueva Visión. Buenos Aires.
- Chávez, Héctor. (2015). generamos variedades de semillas adecuadas para el territorio nacional. En Economía, El Financiero.
- CIBIOGEM. (2015). Resoluciones de ensayos de productos genéticamente modificados en México de 1988 al 11 de octubre de 2005. Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/resoluciones/resoluciones-permisos>
- _____ (2017). Autorizaciones de solicitudes de permisos de liberación al ambiente de OGMs. Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/registro-nacional-bioseguridad-ogms>
- CONEVAL. (2010). Dimensiones de la seguridad alimentaria: evaluación estratégica de nutrición y abasto. CONEVAL. México.

- Cota, Irene Hilda. (2007). Bioseguridad y seguridad alimentaria. En La Jornada Ecológica. 29 de enero. México.
- De Ita, Ana. (2012). Maíz transgénico en México. En El Surco, abril. CECCAM, México.
- Delgado Cabeza, Manuel. (2010). El sistema agroalimentario globalizado: imperios alimentarios y degradación social y ecológica. En Revista de Economía Crítica. No.10. Segundo Semestre.
- Dillon, Matthew. (2005). Monsanto buys Seminis. The biggest player in biotech is now the largest seed company in the world following a purchase worth a cool billion. En Organic Broadcaster. Marzo/Abril. Recuperado de: <http://www.newfarm.org/features/2005/0205/seminisbuy/index.shtml>
- EFE Agencia. (2016). CE apunta a estudio de OMS y FAO ante decisión sobre renovación de glifosato. 17 de mayo. Bruselas.
- Eleisegui, Patricio (12 de Julio, 2015). Duelo de gigantes y su impacto mundial. iProfesional. Negocios. Argentina.
- Enciso, Angélica. (1 de Julio, 2015). Inseguridad alimentaria por limitado acceso a la comida y falta de ingreso. La Jornada. Sociedad y Justicia. p.35.
- Engels, Friedrich. (1982). Dialéctica de la naturaleza. Grijalbo. 9ª Ed. Buenos Aires, Argentina.
- Espinoza Calderón, Alejandro; Tadeo Robledo, Margarita. (2018). Importación récord de maíz, una afrenta para México. En La Jornada. Economía. 25 de febrero. México.
- Et. Al. (2017). A double EPSPS gene mutation endowing glyphosate resistance shows a remarkably high resistance cost. En Plant, Cell & Environment. Vol. 40. Issue 12. December. p.3031-3042.
- Europarl. Parlamento Europeo. (15 de enero, 2014). Parlamento europeo aclara etiquetado de miel. Recuperado de <http://www.europarl.europa.eu/news/es/news-room/content/20140110IPR32407/html/El-PE-aclara-el-etiquetado-de-la-miel-con-polen-modificado-gen%C3%A9ticamente>
- FAO. (1999). Documento expositivo. Documento preparado para la conferencia FAO/Países Bajos. 12-17 de septiembre. 61 páginas. FAO. Maastricht, Países Bajos.

- _____. (2000). 22ª Conferencia regional de la FAO para Europa. Carácter multifuncional de la agricultura y la tierra. 24-28 de julio. Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/meeting/X7073s.htm#P163_19441
- _____. (2015). Estadísticas sobre seguridad alimentaria. Recuperado de: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>
- _____. (2018). Crop prospects and food situation. march 2018. #1. Quartely global report. GIEWS – Global information and early warning system on food and agriculture. FAO.
- FAO, FIDA, OMS, PMA, UNICEF. (2017). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017. fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria. Roma. FAO.
- GMWatch. (2016). Dow and DuPont, Bayer and Monsanto, or Syngenta and ChemChina – which will succeed? 18 de noviembre. Recuperado de: <http://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/17328-dow-and-dupont-bayer-and-monsanto-or-syngenta-and-chemchina-which-will-succeed>
- Gómez Durán, Thelma. (27 de abril, 2015). Las damas de la miel. Revista Quo. Reportaje Publicado en noviembre de 2014.
- González Aguirre, Rosa Luz. (2004). La biotecnología agrícola en México. Efectos de la propiedad intelectual y la bioseguridad. UAM. Unidad Xochimilco. México.
- _____; Quintero Ramírez, Rodolfo. (2008). Biotecnología e innovación en México, ¿Por qué ha pasado tan poco? Congreso SinnCo 2008.
- González G. Susana, (2016). Desperdicio global de alimentos por 750 mil millones de dólares. En La Jornada. Economía. 10 de abril. P.21.
- Griffin, Keith. (1982). La economía política del cambio agrario. FCE.
- Gudynas, Eduardo. (2011). El nuevo extractivismo progresista en América del Sur. En Colonialismos del Siglo XXI. Icaria Editorial. Barcelona, España. Junio.
- Guiliani, Nicolas. (2003). Introducción a OGM. En Le Monde Diplomatique. Organismos Genéticamente Modificados: transgénicos. ¿Progreso o Peligro? Aun creemos en los sueños. Santiago, Chile.
- Gutiérrez Pérez, Antonio. Trapaga Delfín, Yolanda. (1986). Capital, renta de la tierra y campesinos. Quinto Sol. México.

- Harvey, David. (2001) Globalization and the Spatial Fix. En *Geographische Revue* 3, No. 2. 23-30.
- IARC. (2015). IARC monographs volume 112: Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. World Health Organization. 20 March.
- ISAAA. (2015). 20th Anniversary (1996 to 2015) of the global commercialization of biotech crops and biotech crop highlights in 2015.
- _____ (2016) Global status of commercialized biotech/GM crops: 2016. ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, NY.
- ISAAA Briefs. Global status of commercialized biotech/GM crops: No.1 to No.52. (1996-2016). Recuperados de: <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/default.asp>
- Jaffé, Walter R. (1991). Análisis de impacto de las biotecnologías en la agricultura: aspectos conceptuales y metodológicos. IICA/ACDI. Programa II: generación y transferencia de tecnología. mayo, San José, Costa Rica.
- Johnson, Roger. (2017). Competitions spurs the best innovation. Opinion. Morning Consult. Febrero 22. Recuperado de: <https://morningconsult.com/opinions/competition-spurs-best-innovation/>
- Jiménez Domínguez, Rolando; Escobedo Escobedo, Carlos. (2015) ¿Pueden las energías renovables comprometer la seguridad energética del país? La paradoja de Jevons. En *Mundo Siglo XXI*. Número 36. Vol. X. pp.71-78. CIECAS-IPN. México.
- Katz, Claudio. (1997). Discusiones marxistas sobre tecnología. En *Razón y Revolución*. No.3. Invierno. Reedición Electrónica.
- Kaustky, Karl. (1974). La cuestión agraria. Estudio de las tendencias de la agricultura moderna y de la política agraria de la socialdemocracia. Barcelona.
- La Jornada (10 de Julio, 2015). Con 160 dólares por persona al año se erradicaría el hambre: ONU. Sociedad y Justicia.
- Lander, Edgardo. (2014). El neoextractivismo como modelo de desarrollo en América Latina y sus contradicciones. En *(Neo)Extractivismo y el futuro de la democracia en América Latina: Diagnósticos y Retos*. Berlín 13-14 de mayo. Heinrich Böll Stiftung.
- Larach, María Angélica. El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional. CEPAL-ECLAC. Santiago de Chile. 2001.

- Lewis, Arthur. (1972). Desarrollo económico con oferta ilimitada de mano de obra. En Desarrollo Agrícola, selección de Edmundo Flores. Serie de lecturas del Fondo de Cultura Económica, núm. 1. El Trimestre Económico. FCE. México.
- MA OGM. (2018). Dossier caso soya GM. Península de Yucatán. Versión corta para medios. Recuperado de: <http://maogmcolectivo.org/>
- Manzur, María Isabel. (2003). Situación de los transgénicos en Chile y el mundo. En Le Monde Diplomatique. Organismos Genéticamente Modificados: transgénicos. ¿Progreso o Peligro? Aun creemos en los sueños. Santiago, Chile.
- Martín Perez, Laura. (2016). Transgénicos: la realidad. 1º Genetica. UAB. Recuperado de: http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica.../Trasgenicos2016_6_2P_9_16_15.pdf
- Martínez Rivera, Sergio. Cauich Chávez, Irene C. (2015). Resistencia social en México: El caso de organizaciones colectivas de apicultores frente al uso de transgénicos en la Península de Yucatán. En Artículos y Ensayos de Sociología Rural. Año 10. Núm. 19. enero-junio. Universidad Nacional Autónoma de Chapingo. México.
- Marx, Karl. (1999) El capital. Crítica de la economía política. II. FCE. México.
- Mendiola, Ignacio. (2006). El jardín biotecnológico. Tecnociencia, transgénicos y biopolítica. Catarata. Madrid.
- Meza Castillo, Miguel. (2013). Crédito rural y neoliberalismo. En la reforma del sistema financiero rural. Mexican rural development research reports. Reporte 15. UAM-Xochimilco. pp. 1-15.
- Mill, John Stuart, (2008). Principios de economía política. Fundación ICO. Madrid.
- Moguel, Yoisi. (14 de abril, 2014). Apicultores en Campeche ganan amparo contra soya transgénica. En Economía. El Financiero.
- Montagut, Xavier; Vivas, Esther. (2009). Del campo al plato. Los circuitos de producción y distribución de alimentos. Icaria. Barcelona.
- Moreno Moreno, Prudenciano, (1999). Ciencia, tecnología y educación en el pensamiento económico clásico (1750-1830). En Leonel Corona (coord.). Teorías económicas de la tecnología. Editorial Jus, IPN-CIECAS, UNAM. México.
- Muñoz, Emilio. (2001). Biotecnología y sociedad. encuentros y desencuentros. Cambridge University. OEI. Madrid.

- Narváez Torres, Pamela R. (2013). Detección de polen convencional y genéticamente modificado de soya, *Glycine Max L.*, en la miel de abeja, *Apis Mellifera*, de los Estados de Campeche y Yucatán. Tesis de Bióloga. UNAM.
- Notimex. (2013). La población mundial alcanzara 9 mil 600 millones de personas en 2050. *La Jornada. Sociedad y Justicia.* p.39.
- OCDE. (2011). Arreglos institucionales para las políticas agrícolas, pesqueras y alimentarias de México. OCDE. París.
- Pérez, Carlota. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras de las épocas de bonanza. Siglo XXI.* México.
- Quintero, Rodolfo. (1990). *Las revoluciones de las biotecnologías.* UAM Xochimilco.
- Reuters. (14 de septiembre, 2016). Bayer logra, por fin, acuerdo de compra de Monsanto. En *El Financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/bayer-anuncia-acuerdo-para-adquirir-monsanto-en-66-mil-mdd.html>
- _____. (24 de noviembre, 2017) Tribunal mantiene freno a la siembra de maíz transgénico en México.
- Ribeiro, Silvia (2016). Monsanto-Bayer y el control digital de la agricultura. En *La Jornada. Opinión.* 17 de septiembre. México.
- _____. (2015). En defensa del maíz, otra vez. En *La Jornada.* 14 de mayo. México.
- _____. (2009). El asalto corporativo a la agricultura. *Ciencias* 92, octubre-marzo, 114-117. UNAM. México.
- _____. (2005) Ley Monsanto: parece mala, pero es peor. En *La Jornada. Política.* 22 de enero. México.
- Ricardo, David, (1994). *Principios de economía política y tributación.* FCE. México.
- Ricárdez, Cecilia. (2015). Yucatán exporta al año 700 toneladas de miel orgánica: Recibe 2mdd. En *Novedades, Milenio.* 29 de junio.
- Riechmann, Jorge. (2004) *Transgénicos: el haz y el envés. Una perspectiva crítica.* Catarata.
- Rifkin, Jeremy. (1999). *El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz.* Crítica/Marcombo. Barcelona.
- _____. (2011). *La tercera revolución industrial. Como el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo.* Paidós. España.

- Rodríguez, Isaías; Et. Al. (2011). Alternativas al sistema agroalimentario desde la agroecología y la soberanía alimentaria. Fundación San Isidro de Duitama. Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativo (ILSA). Oxfam. Bogotá.
- Rodríguez y Rodríguez, María Teresa. (2007). Agricultura, industria y desarrollo económico. El caso de China. Cuadernos de política internacional. Secretaria de Relaciones Exteriores. México.
- Romero Polanco, Emilio. (1988). Los rumbos de la agricultura y la alimentación en México. En Momento Económico. 41-42. IIE-UNAM. México.
- Rubio, Blanca. (2015). La soberanía alimentaria en México: una asignatura pendiente. Mundo Siglo XXI. Núm. 326, Vol. X, 2015, pp. 55-70.
- Ruttan, Vernon. Hayami, Yujiro. (1989). El cambio técnico inducido en la agricultura. En Agricultura y Sociedad. Número 53. octubre-diciembre. p. 19-72.
- Sacristán, Manuel. (2009). Pacifismo, ecologismo y política alternativa. Icaria Editorial. Diario Público. España.
- SAGARPA. FAO. (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. agosto. México.
- Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica: texto y anexos. Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Quebec, Canadá.
- Shiva, Vandana. (1991). The violence of green revolution. Third world agriculture, ecology and politics. Zed Books Ltd. Third World Network. Malaysia.
- _____ (2003). ¿Proteger o Explotar? Los derechos de propiedad intelectual. Intermón. Oxfam. España.
- Smith, Adam, (1997). La riqueza de las naciones. Publicaciones Cruz O. México.
- Sollero, José Luis. Del Valle, María del Carmen. Lina Sánchez, Isabel. (1993). La innovación tecnológica en la agricultura mexicana. En Comercio Exterior. Modernización de la empresa Agropecuaria. Abril. p. 254-369.
- Spalding, Rose J. (1985). El Sistema Agroalimentario Mexicano (SAM): ascenso y decadencia. En Estudios Sociológicos III. 8. El Colegio de México. México.

- Tamames, Ramón, (1985). Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento. Alianza Editorial. Madrid, España.
- UNCTAD (2009). World investment report. Transnational corporations, agricultural production and development. United Nations.
- Valenzuela Feijóo, José C. (1990). ¿Qué es un patrón de acumulación? UNAM, México.
- _____, (2008). Estados Unidos: Una crisis de orden estructural. En REDPOL Estado, Gobierno y políticas públicas 3: Crisis internacional, su impacto en México. Políticas públicas para enfrentarla. UAM Azcapotzalco. México.
- Vidal, John. (2 de octubre, 2016). Tres grandes empresas están a punto de controlar la mayoría de los suministros agrícolas del mundo. En The Guardian. Recuperado de: https://www.eldiario.es/theguardian/alimentario-grandes-empresas-acaparen-semillas_0_564493892.html