



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**El maíz transgénico como resultado de una visión
reduccionista de la relación naturaleza-sociedad**

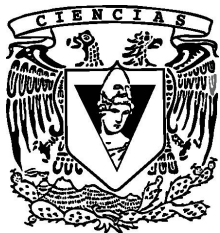
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

María Amparo Gaona Flores



DIRECTORES DE TESIS:
Dr. Julio Muñoz Rubio
Biól. Lev Orlando Jardón Barbolla

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

El maíz transgénico como resultado de una visión reduccionista de la relación naturaleza-sociedad

realizado por Gaona Flores María Amparo con número de cuenta **0-9955374-0** quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario M. en C. Montserrat Gispert Cruells

M. Gispert

Propietario Dr. Adolfo Olea Franco

Adolfo Olea Franco

Propietario Dr. Julio Muñoz Rubio
Tutor

Julio Muñoz Rubio

Suplente M. en C. Graciela Zamudio Varcla

Graciela Zamudio Varcla

Suplente Biól. Lev Orlando Jardón Barbolla

Lev Orlando Jardón Barbolla

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Ciudad Universitaria, D. F., a 19 de noviembre de 2010

EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/CZS/cigs

AGRADECIMIENTOS

Finalmente, después de varios años, logré concluir este trabajo. El camino recorrido no sólo incluyó lecturas y estudio, sino que también se atravesaron experiencias inolvidables vividas con personas inolvidables. Estas experiencias han nutrido este trabajo en muchos aspectos y todas estas personas me han nutrido a mí, por eso no puedo dejar de agradecerles.

Primero que nada quiero agradecer a papá, mamá, Antonio y Ana, por su paciencia, por creer en mí, por su apoyo y por su amor incondicional.

Agradezco a Nacho por su insistencia, por su apoyo, por su claridad, por ser ejemplo de honestidad y trabajo, por su amor, por ser pareja y caminar conmigo. Ya en los últimos pasos de este camino andado, apareció Tamara, quien también ha sido motivación constante para llevar a buen fin este trabajo y a quien también se lo dedico.

A Marinés y Néstor les agradezco su ánimo, las charlas tan enriquecedoras siempre acompañadas de alimentos con historia, el apoyo que nos han brindado y que me han permitido concluir este trabajo. También quiero agradecerles por ser un ejemplo de entusiasmo, de trabajo emprendedor que siempre tiene los pies en la tierra.

Mis queridas amigas superpoderosas, sin ustedes no soy y nada de lo que fue hubiera sido. Etzel, gracias por tu exigencia, por tu sinceridad, por los trabajos compartidos, las charlas, los cafés, las idas y venidas, las prácticas de campo y la leche con chocolate. Smith: piruetas, malavares, discusiones, lágrimas, fotos, música, baile, los inolvidables viajes de pata de perro por el norte del continente, las manos amarillas y el corazón bien rojo, los sabores del pan, del tamal, del jitomate, del pan francés, del café por la mañana, las risas, las cerezas, las cañadas del sur, los mares del pacífico, el canto de la ballena, el oso, las aves de Ojo de agua, las palabras, la familia tuya, ¡uf!, listado de palabras que se acompañan de emociones, sensaciones y recuerdos, listado que es sólo un ejemplo del torbellino de cariño que te tengo y que no logro describir. Gracias a las dos por ser ejemplo.

En el andar del tiempo, me he visto acompañada de amistades con las cuales he compartido discusiones, cafés, mezcales, chocolate calentito, viajes, protestas, resistencias a lo establecido, anhelos, bailes, lágrimas, enojos. Con todos ellos viví los días en la facultad y más allá: mi Trol querido, Sofía y su hermosa tierra y familia texcucana, Nalliely, Charco, Lev, Sheinvar, Niza, Güilis, Ema, Gaby, Iván, Rubén, Fabián, Alf, Ale Moreno, Ale Valero, Pablo Piña, Bernardo, Suzette, Checo, Xitlali, Andrea, Darío.

También agradezco a la Familia Smith Aguilar por abrir las puertas de su hogar y su corazón de par en par.

La motivación para desarrollar el tema que ocupa este trabajo surge a partir de la invitación que Lev me hizo para acompañarlo al campo, pero a un campo donde la gente se vive con la tierra. No fue mi primer contacto con este territorio, pero sí de los más significativos. A partir de este acompañamiento empezó para mí otro camino que es andado por muchos otros pies del color de la tierra, camino rebelde que busca la construcción de un mundo muy otro. Gracias Lev por la amistad, por ser compañero, por el ejemplo de tus pasos y por presentarme la rebeldía de los mil colores.

Julio, agradezco tu perseverancia y paciencia para aguantarme todo este tiempo. También la dedicación para leerme (cosa nada fácil) y cuidar hasta el más mínimo detalle. Gracias por abrir un espacio donde pude aprender a desarrollar mis ideas y a hacerlo con libertad.

Igualmente, deseo agradecer a quienes me han ayudado con la Tamara y me dieron horas extras para realizar y terminar este trabajo: Mami, Ana, Papi, Marinés, Néstor, Grecia, Sofía y Carlos.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular a la Facultad de Ciencias, no por ser institución o estatua donde los pájaros se sientan a reposar, sino por ser un espacio de rebeldía donde se gestan luchas y corazones inconformes que buscan una mejor educación para todos e incluso, un poco más allá, un México muy otro. Por supuesto hay deficiencias y vicios en la forma de relacionarse dentro y entre los sectores que la conforman, pero siempre destacan las protestas, la música, los espacios, las palabras y los actos de quienes se resisten a dejar las cosas como están, por ejemplo: la Kehuelga Radio, la Galería Autónoma Ché Guevara, la cafetería y el café de la facultad, los cafés de Smaliyel y todos aquellos espacios que pueden pasar desapercibidos pero que en el día a día, con trabajo, forman parte del mazo que contribuye a hacer más grandes las fracturas del muro que se llama capitalismo.

Y por último, agradezco a Montserrat, Adolfo, Chela y Alicia por leer este trabajo y los gratos encuentros donde compartimos opiniones.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Hipótesis	14
Objetivo general	15
Objetivos particulares	15
Metodología	15
Estructura del trabajo	16

CAPÍTULO I. CIENCIA E IDEOLOGÍA, LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA COMO ACTIVIDAD SOCIAL

1	Reduccionismo, biotecnología moderna y maíz	18
1.2	Relación ser humano-naturaleza: la mano y la semilla	24
1.2.1	La actividad científica y sus productos	26
1.2.2	Ideología dominante y ciencia	30
1.3	La actividad científica como parte de las fuerzas de producción	35
1.3.1	El conocimiento científico - biológico como mercancía	36

CAPÍTULO II. SOBRE EL IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DEL MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO

2.1	Impacto de la introducción de genes y genomas: entre la panacea y la cicuta	42
2.1.1	Niveles de impacto	43
2.2	Del impacto del maíz transgénico sobre el ambiente y la biodiversidad del maíz (<i>Zea mays</i> L. ssp. <i>mays</i>)	46
2.2.1	Impacto en las interacciones bióticas asociadas, directa o indirectamente a los cultivos de maíz	49
	i. <i>Efectos causados por la expresión de toxinas que pueden dañar insectos que no son plagas para el cultivo (especies 'no blanco')</i>	49
	ii. <i>Evolución de insectos resistentes y generación de nuevas plagas</i>	52
	iii. <i>Generación de malezas por resistencia a herbicidas y plagas (o también conocidas como supermalezas y superplagas)</i>	54
2.2.2	Impacto en los parientes silvestres más cercanos del maíz y su interacción	57
2.2.3	Introgresión y persistencia de transgenes en las variedades de maíz (<i>Zea mays</i> L. ssp. <i>mays</i>) presentes en el país y su impacto en la diversidad biológica del mismo	60
2.3	Las patentes, la mercantilización de la naturaleza y el desarrollo de conocimiento	67

2.3.1	¿Porqué y para qué son las patentes?, ¿quiénes las promueven?	68
2.3.2	La técnica de ADN recombinante, el desarrollo de la propiedad intelectual y las patentes en el fitomejoramiento de cultivos agrícolas	71
2.3.3	Impacto en los pequeños productores campesinos e indígenas	79
2.4	Los OGM y el desarrollo del país	80
2.4.1	Sobre el progreso y la biotecnologización de la agroindustria; el impacto en los pequeños agricultores	83

CAPÍTULO III. LA DIMENSIÓN POLÍTICA DEL MAÍZ

3.1	Sobre la agricultura en general	92
3.2	Centros de origen y diversidad	93
3.3	Sobre la agricultura tradicional	97
3.4	El maíz, un eslabón social	103
3.5	El <i>valor</i> en la semilla-maíz	110
3.5.1	El <i>valor de uso</i> y la semilla-maíz	110
3.5.2	El <i>valor de cambio</i> y la semilla-maíz como mercancía	113
3.6	Agricultura moderna e industrializada	118
3.7	Revolución verde	119
3.8	La idea de progreso	123
3.8.1	Ciencia y progreso	124

CONCLUSIONES	130
---------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	137
---------------------	-----

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Se entiende por *biotecnología* toda técnica que utiliza organismos o moléculas obtenidas de esos organismos para crear o modificar un producto con fines prácticos. La biotecnología puede aplicarse a todo tipo de ser vivo, desde las bacterias hasta los animales y las plantas.¹

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica define particularmente a la *biotecnología moderna* como la aplicación de 1) técnicas *in vitro* de ácidos nucleicos, incluido el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o 2) la fusión de células, más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de reproducción o recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicionales.²

Ahora bien, la *biotecnología agrícola moderna* comprende una variedad de instrumentos que emplean los científicos para comprender y manipular la estructura genética de organismos que han de ser utilizados en la producción o elaboración de productos agrícolas. Los productos de esta tecnología se conocen como organismos genéticamente modificados (OGM), siendo el maíz transgénico uno de estos productos.³

La biotecnología moderna se considera una “*área del conocimiento científico cuyas aplicaciones involucran e inciden de manera simultánea en ramas de gran importancia en la economía nacional e internacional, tanto en los sectores de salud, agropecuario, pesquero, ambiental e industrial*”.⁴

Sin embargo, la incidencia de este tipo de aplicaciones y su importancia no necesariamente se traduce en beneficios para toda la sociedad. Por ejemplo: los pesticidas creados han contribuido al proceso de contaminación del agua y suelos; los antibióticos contribuyen a la generación de nuevas cepas patógenas resistentes; hay despojo de tierras y recursos bajo el discurso de la conservación; la búsqueda de eficiencia en la industria no ha

1 Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (2000): Cartagena Protocol on biosafety. En: <http://bch.cbd.int>

2 *Íbid.*

3 FAO (2004): El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La biotecnología Agrícola, ¿una respuesta a las necesidades de los pobres? Roma. En: www.fao.com

4 Bolívar Zapata, F. (Coord. gral.)(2002): Biotecnología como área estratégica. En *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la Biotecnología en México*. Distrito Federal, CONACYT- AMC-UNAM, p.1.

hecho del trabajo una actividad más humana sino que se ha incrementado el estrés en nuestro cuerpo, la ansiedad, el exceso de trabajo y se ha retroalimentado la enajenación en nuestras relaciones. A pesar de los avances tecnológicos que han hecho más eficientes los sistemas productivos, el ser humano sigue sufriendo de explotación en su actividad laboral con condiciones de vida indignas, salarios bajísimos y condiciones de trabajo paupérrimas.

La intervención de la ciencia en la agricultura no ha logrado evitar que los suelos se erosionen, la revolución verde⁵ no terminó con el hambre en el mundo y en cambio incrementó la polarización entre ricos y pobres así como la dependencia a la importación de alimentos de los países coloniales y semi-coloniales⁶, sin mencionar el impacto en suelos y agua ante el uso excesivo de agroquímicos promovidos con este programa.

En particular, la revolución verde es una de las máximas expresiones de un conjunto de nuevas tecnologías agrícolas, derivadas de la química y la genética y del uso de combustibles fósiles que contribuyó a sepultar la experiencia de manejo de la naturaleza ganada por la especie humana por cerca de 10,000 años.⁷ La conversión de una agricultura basada en el uso de la energía solar y biológica hacia otra donde la energía se obtiene de minerales metálicos y no metálicos, fue parte aguas histórico que obedeció a la lógica de expansión del capitalismo a escala mundial, la cual requería integrar las áreas rurales a la economía del mercado.⁸

Esto ocurre porque las diferentes tecnologías no se desarrollan por fuera de la influencia de las ideas y las relaciones sociales que predominan en los procesos de producción.

Para poder señalar desde dónde se ven los logros de la biotecnología moderna y desde donde los fracasos es necesario contextualizar social e históricamente su desarrollo.

5 En círculos internacionales se bautizó con el nombre de *revolución verde* a una forma de producción agrícola que a partir de 1943 se generó como consecuencia del empleo de diferentes técnicas de producción, basadas en la selección genética y la utilización masiva de fertilizantes, pesticidas y herbicidas.

6 Por países semicoloniales me refiero a aquellos sometidos a la dominación imperialista pero que tienen una burguesía local más o menos fuerte, mientras que los coloniales son los que carecen de esta burguesía.

7 Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008): *La memoria biocultural. La importancia ecológica de los saberes tradicionales*. Barcelona, Icaria Editorial, p. 68.

8 Toledo, V. y Barrera-Bassols, N., *op. cit.*, p. 69.

El desarrollo de tecnologías como parte de las actividades sociales de producción

La ciencia no existe como actividad aislada, inequívoca, prístina. Aunque exista una tendencia a creer que contiene las soluciones para los diferentes problemas que hoy reconocemos en el mundo. No existe una ciencia pura, encontrar y probar hechos que interpretamos como leyes de la naturaleza no implica necesariamente que el conocimiento, los conceptos y las teorías que dan forma a esas leyes sean intemporales y universales.⁹

Es común escuchar que la ciencia se utiliza como el referente de verdad por excelencia y es usada para hablar acerca de *lo real*. El rigor metodológico que se utiliza en la ciencia es equivalente al proceso que nos acercará a la verdad. Y es que los criterios de verdad en la ciencia van de la mano con un imperativo metodológico que insiste que la ciencia debe permanecer inmune a la influencia social e histórica. De ahí que se diga que la ciencia es objetiva y neutral.

Pero la ciencia no está libre de toda presuposición histórica y discursiva. El modo científico de aprehensión de los objetos depende de una cultura y ésta, actualmente, se ha vuelto dependiente del modo científico de concebir la realidad. El que la ciencia se haya constituido a sí misma como una entidad autónoma entre las muchas otras formas de entender la naturaleza, parte precisamente porque en muchas ocasiones se asume libre de condicionamientos históricos y sociales.¹⁰ En ello radica también su actitud objetiva.

Por ello, para hacer cualquier análisis crítico de la biotecnología moderna es importante resaltar el modo en que se construye, el proceso en el cual se conforma, cuestionar los principios metodológicos y los argumentos detrás de su desarrollo, sus fines y el contexto de relaciones sociales en el que todo esto ocurre. En este trabajo no podremos profundizar en cada uno de estos aspectos pero se abordarán algunos de ellos con el fin de plantear un análisis lo más completo y crítico posible.

En muchas ocasiones se cuestiona sólo el resultado técnico del proceso biotecnológico pero no la relación entre el proceso técnico y la forma del desarrollo social en el que éste se ubica. Es decir, sin importar si el proceso a partir del cual se genera dicha técnica implica alimentar la desigualdad, la explotación, la degradación ambiental, el despojo de tierras y

9 Morin, E.(1984): *Ciencia con consciencia*. Barcelona, Anthropos, Editorial del hombre, p. 57.

10 Aronowitz, S. (1988): *Science as Power. Discourse and Ideology in Modern Society*. Minnesota, University of Minnesota Press, p. 54.

semillas y la represión hacia todos aquellos que se oponen a continuar reproduciendo un sistema de producción capitalista.

Uno de estos procesos en los cuales se han desarrollado las actividades sociales productivas es la *acumulación originaria del capital*¹¹ de la cual habla Karl Marx, refiriéndose a un proceso que implica el despojo como precondition necesaria para la extracción de plusvalor. El *plusvalor* es la ganancia del capitalista generada por las horas de trabajo no pagadas al trabajador. Este robo no sólo se expresa en términos de fuerza de trabajo físico sino que ...

*[...] el modo que los hombres producen sus medios de vida depende, ante todo de la naturaleza misma de los medios de vida [...]. Este modo de producción no debe considerarse solamente en cuanto es la reproducción de la existencia física de los individuos. Es ya, más bien, un modo determinado de la actividad de estos individuos, un modo determinado de manifestar su vida [...]. Tal como los individuos manifiestan su vida, así son. Lo que son coincide con lo que producen y con el modo cómo lo producen.*¹²

Por lo que esta generación de plusvalor no sólo se basa en la explotación física sino que en este proceso se juega la vida misma de los individuos.

La forma de producción no ha sido siempre capitalista, la producción de riqueza material no siempre se ha basado en la exclusiva producción de mercancías, sino que se producían valores de uso.

La mercancía es un producto del trabajo cuya función es ser intercambiada por otro producto del trabajo y su *valor* se mide por el tiempo de trabajo socialmente necesario para producirla, es decir, el valor de una mercancía es al valor de cualquier otra, como el tiempo de trabajo necesario para la producción de una y otra.¹³

Pero para hablar de este valor es necesario distinguir primero que la utilidad de un

11 Marx, K. (2005)[1867]: *El Capital. Tomo I*. Distrito Federal, Siglo XXI, pp: 891-893.

12 Marx, K.(1973)[1865]: *La Ideología Alemana*. En Marx, K. y Engels, F. (1973)[1865]: *Obras Escogidas*. Tomo IV. Buenos Aires, Ciencias del Hombre, p.15.

13 *Íbid*, p. 49.

objeto puede ser un conjunto de muchas propiedades por lo que es útil en muy diversos aspectos.¹⁴

Toda cosa útil tiene dos puntos de vista: según su cualidad y con arreglo a su cantidad.¹⁵

Los objetos son diferentes en cuanto a su cualidad, es decir, en cuanto a sus propiedades y éstas están relacionadas con su utilidad. La utilidad de una cosa hace de ella un *valor de uso* y éste se hace efectivo únicamente en el uso o el consumo, constituyendo el contenido material de la riqueza.¹⁶

Pero dentro de una sociedad capitalista, el valor de cambio se presenta como una relación cuantitativa. Las mercancías se comportan como equivalentes, debido a que para producir una y otra mercancía y poder ser intercambiables, han de compartir algo en común, siendo ese algo el *gasto de la fuerza de trabajo* invertido en su producción. Entonces, en esta relación cuantitativa, se intercambian valores de uso de un tipo por valores de uso de otro tipo.¹⁷

Lo que determina entonces la magnitud del valor de una mercancía para ser intercambiada por otra es la cantidad de trabajo socialmente necesario para la producción de un valor de uso.¹⁸

Cuando las operaciones echas por propietarios de un capital en dinero (equivalente general), la circulación del mismo cambia y consiste ahora en comprar los productos de los demás para revenderlos con ganancia.¹⁹

Podemos entender por capital, una relación social en la que la circulación mercantil ya no es tan sólo un intercambio o bien una conversión de una mercancía en dinero y reconversión de éste en aquélla, sino que es una conversión de dinero en mercancía y reconversión de mercancía en dinero, es decir, comprar para vender.²⁰ El dinero se transforma en capital, deviene en capital y es capital.²¹

14 *Íbid*, p. 43.

15 *Íbid*, p. 43.

16 *Íbid*, p. 44.

17 *Íbid*, p. 45.

18 *Íbid*, p. 48.

19 *Íbid*.

20 “*La circulación de mercancías es el punto de partida del capital. La producción de mercancías, la circulación mercantil y una circulación mercantil desarrollada, el comercio, constituyen los supuestos históricos bajo los cuales surge aquél*”. Marx, K. (2005), *op. cit*, p. 179.

21 *Íbid*, p. 180.

La acumulación del capital, presupone el plusvalor y la producción capitalista la preexistencia de *fuerza humana de trabajo*, la cual se refiere al gasto fisiológico de energía que se invierte en la realización de un trabajo.²²

Esta acumulación no es pues el resultado del modo de producción capitalista, sino su punto de partida. La acumulación originaria es el proceso histórico de escisión entre productor y medios de producción.²³

De todas las maneras que encuentra el sistema capitalista de producción para la generación de ganancias, enfocaremos nuestra atención a lo largo de este trabajo por un lado en el desarrollo de maíz transgénico como producto de la actividad científica y por otro cómo este tipo de producción puede repercutir en el campo y la actividad agrícola sobre todo con relación a aspectos biológicos y culturales.

La ciencia y su papel legitimador de una visión del mundo

La sociedad suele apoyarse en argumentos científicos para validar prácticas y discursos y suele hacerse referencia a ella sin cuestionar en ocasiones el origen de las ideas y nociones que se promueven o los procedimientos para su construcción. Se considera resolutive en sí misma reflejando una cierta carga esencialista.

La ciencia se ha convertido en una institución pesada subvencionada y alimentada a la vez por la sociedad. La tecnología producida por la ciencia transforma la sociedad, pero también, por retroacción, la sociedad tecnologizada transforma a la propia ciencia. Esta última es, así, producida por una sociedad lo mismo que es productora de esta sociedad. [...] En cierto modo las teorías científicas reflejan las ideologías en la medida en que están unidas a visiones del mundo.²⁴

Entonces la ciencia en la sociedad tiene un carácter estructural - material- como actividad productiva y al mismo tiempo un carácter supraestructural como constructora de

22 *Íbid*, p. 57.

23 *Íbid*, p. 893.

24 Morin, E., *op. cit.*, p. 61.

ideas, conceptos y visiones del mundo, pudiendo ser *ideología* al producir conceptos y conocimientos ausentes de un contexto histórico y planteando leyes particulares de la historia que se presentan erróneamente como leyes generales y válidas en cualquier circunstancia. ¿Cuáles son esas ideas que dominan las relaciones sociales de producción en la actualidad?

En un contexto donde prevalece el capitalismo como forma social de producción, podemos identificar una tendencia: las ideas de la clase dominante (dueña de los medios de producción y del poder político), que es la productora de una visión hegemónica del mundo, prevalecen sobre otras como verdades absolutas.

Entonces,

*[...] las ideas de la clase dominante son las ideas dominantes en cada época; o dicho en otros términos, la clase que ejerce el poder material dominante en la sociedad es, al mismo tiempo, su poder espiritual dominante. La clase que tiene a su disposición los medios para la producción material dispone, al mismo tiempo, de los medios para la producción espiritual [...].*²⁵

La ciencia suele ser en una institución legitimadora de ideas y acciones. Por ello la ciencia no está libre de presuposiciones históricas y discursivas.

Reduccionismo, ideología y fetichización

La biotecnología moderna se inserta también en este contexto de la ideología dominante, que en la biología se traduce en un reduccionismo filosófico cuando se generan explicaciones para algunos fenómenos que se usan también para explicar la realidad en su totalidad. Las ideas que surgen bajo este nivel reduccionismo dejan de ser mera metodología y pueden convertirse en ideología.²⁶

Como ejemplos de este reduccionismo podemos encontrar interpretaciones como que la información genética es un cúmulo de fragmentos aislados entre sí y del conjunto de las relaciones con el sistema vivo en el que se encuentran; al visualizar a la naturaleza como un

25 Marx, K. (1973), *op. cit.*, p. 38.

26 Rose, S. (2001): *Trayectorias de vida. Biología, libertad y determinismo*, Barcelona, Granica, p. 122.

sistema estático y describirlo sin considerar un contexto para cada fenómeno; o bien al concebir a la naturaleza como una mercancía cuyo valor es exclusivamente en términos de la ganancia que aporta a la acumulación de capital.

Más específicamente, en la biotecnología moderna, al hacer uso de la información genética de los seres vivos, se suele caer en un reduccionismo *ontológico* al explicar la realidad a partir de una entidad mínima, en este caso los genes. Se cae en este reduccionismo cuando se explica a partir de la unidad más pequeña la existencia de un organismo o bien de un fenómeno en su totalidad.

Resulta interesante preguntarse cómo se expresa, desarrolla y utiliza este reduccionismo filosófico/ontológico en el desarrollo de la biotecnología aplicada a diversos cultivos agrícolas.

En conjunto con el desarrollo tecnológico, la biotecnología moderna reproduce esta *ideología* no sólo al producirse en un contexto de explotación, de trabajo enajenado y de despojo sino al considerarse y anunciarse a sí misma como la solución a los problemas a los que se enfrenta hoy en día el sector agrícola, lo cual implica un alto grado de *fetichización*. Es decir, se le atribuye al conocimiento, a las tecnologías, las moléculas, los genes o el ADN poderes o capacidades que nos trascienden y que trascienden lo material. Como si para existir y explicarse no necesitaran de un entorno, otorgándoles propiedades finalistas, determinantes y/o de decisión y esencialistas. De este modo, se promueve una visión fragmentada y parcial de la naturaleza o la realidad. La concepción de los resultados técnicos se impregna de una posición política excluyente o clasista.

Cuando se vive en una sociedad donde las mercancías existen al margen de quienes las producen, donde todos los productos²⁷, incluso la naturaleza y las relaciones personales, son enajenables y tienen o están mediados por precios y ganancias, lo absurdo parece lógico.

Bajo el capitalismo encontramos que existe la necesidad de convertir en mercancía también al conocimiento, a la ciencia, a la tecnología, a sus productos, al sujeto que la desarrolla, a la naturaleza y a la información genética de los seres vivos. Se promueve la cosificación de lo vivo como un nuevo objeto estático con el cual se logra reproducir valores de cambio y la generación de ganancias a uno o más dueños de los medios de producción.

²⁷ “El que produce un objeto para su uso personal y directo, para consumirlo él mismo, crea un producto, pero no una mercancía.” Considero relevante resaltar esta diferencia entre un *producto* y una mercancía por el proceso que genera a cada uno, las motivaciones y las consecuencias. Marx, K. (1976)[1865]: *Salario, precio y ganancia*. Pekin, Ediciones en Lenguas Extranjeras, p. 31.

El capital, en su intrusión a la agricultura, busca maximizar las ganancias a través de la venta de semillas, herbicidas, pesticidas y el alimento, generando cambios en las relaciones sociales y creando como consecuencia incertidumbres que podrían tener un impacto potencialmente devastador para la salud humana, el ambiente, el tejido social y la colectividad.

Una invitación a la exclusividad del progreso

Desde esta ideología en la que se inserta la biotecnología moderna no se cuestiona que el paradigma de progreso y bienestar emane de una relación nutrida por la enajenación. Esta ciencia se vuelve cómplice de la reproducción de un proceso generador de desigualdad, de deterioro ambiental, de despojo y de destrucción, para dar pie a una reconstrucción a modo de intereses ajenos a los campesinos y pueblos indígenas, quienes se ven directamente afectados con estas tecnologías. Esta reconstrucción responde a una lógica que se adecua al principio rector del capitalismo de maximizar ganancias y acrecentar la acumulación de capital, excluyendo aquello que se rige por otro tipo de valores.

La idea de progreso se promueve como una promesa de bienestar generalizado, punto de llegada al final del camino al cual todos hemos de aspirar llegar, pero no coincide con la realidad y se convierte en una aspiración inalcanzable.

Parece lógico que la biotecnología moderna vea en los seres vivos un depósito de secuencias genéticas intercambiables según el método de *cortar y pegar* en función de los intereses de la industria - que a fin de cuentas es la que asigna créditos y crea mercados.

Desde una visión de la ideología dominante, parece lógico que sean las empresas privadas quienes con más ahínco defienden e impulsan esta tecnología, incluso que sean quienes financien las investigaciones en esta área. Parece lógico que las investigaciones y los investigadores se vean condicionados por las instancias que proporcionan los recursos económicos, las cuales a su vez determinan qué áreas prioritarias de trabajo e investigación hay, concibiendo erróneamente que los intereses particulares del capital son los de toda la sociedad, cuando en realidad lo son sólo para los poseedores de esas grandes empresas.

También, parece lógico y razonable el nuevo formato de unidad mercantil que se le ha

dado a los genes como reflejo del proceso cosificador del mercado y de una *doble reducción*²⁸ que lo alimenta: una genético molecular y otra económica.

Esta doble reducción se basa, primeramente en la forma en que el reduccionismo genético aborda, engañosamente las nociones de *gen* y *código genético*, descartando las interacciones intermoleculares, entre los organismos, su ambiente y su circunstancia social.

Por su parte, el reduccionismo económico, promueve, entre otras cosas, que la información genética sea una mercancía, la cual debe patentarse y manejarse de acuerdo a las dinámicas del mercado.²⁹

Para ello, el reduccionismo económico hecha mano del reduccionismo genético al tratar a la naturaleza y sus componentes como entidades separadas y cuantificables, al menos conceptualmente, separados de sus contextos naturales y sociales mientras oscurece los elementos culturales, políticos y ecológicos.³⁰

De tal manera que lo que desde el reduccionismo genético se plantea como unidades de información que se pueden controlar y que tienen propiedades predecibles, conceptualmente aporta elementos para tratar las nuevas construcciones genéticas como productos básicos (*commodities*) sujetos al intercambio mercantil.

Parece lógico y razonable que el ácido desoxirribonucleico (ADN) sea considerado como la molécula que alberga la información que permitirá resolver muchos de los grandes problemas³¹ que padece nuestro planeta y la humanidad que lo habita. Por ello es que se proponen soluciones sin considerar las causas materiales que los generan como las relaciones sociales de dominación.

Al vivir en un sistema de relaciones donde existen sectores poseedores de los medios de producción y millones de despojados, donde predominan las relaciones mercantiles y los objetos fetichizados, la ciencia y la tecnología pueden funcionar como herramienta para reproducir estas relaciones de dominación y hegemonía, de destrucción y reconstrucción, de acuerdo al criterio exclusivo de la maximización de ganancias.

28 McAfee, K. (2003): Neoliberalism on the molecular scale. Economic and genetic reductionism in biotechnology battles. *Geoforum*, 34, p. 203-219.

29 *Íbid.*

30 *Íbid.*

31 "...los nuevos métodos de manipulación genética ¿dan respuesta a tantas aspiraciones y a tantos deseos nuestros!...". Encyclopédie des Nuisances. (2000): *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*. Barcelona, Alikornio, p. 18.

Los alimentos transgénicos

El ser humano ha modificado genéticamente diferentes organismos y procesos naturales, generando entre otras cosas, nuevas variedades a partir de distintos mecanismos como la selección artificial. Lo que se dice, domesticando organismos de interés particular para él, de acuerdo a su cultura, a las necesidades o cosmovisiones, entre los que podemos encontrar valores de uso.

Hablar de alimentos transgénicos, implica tomar en cuenta aquellas modificaciones genéticas a partir de técnicas de recombinación genética *in vitro*, introduciendo, quitando o alterando genes, intercambiando información genética de organismos de familias taxonómicas diferentes (por ejemplo: introducción de genes de una bacteria a una planta) que no se darían en condiciones naturales y que requieren de una infraestructura exclusiva.

La inquietud sobre la producción de alimentos ante el intenso crecimiento poblacional es uno de los principales argumentos que se usan para promover el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas como esta.³² Sin embargo, a pesar de que desde la revolución verde se logró incrementar la producción de alimentos (la producción de granos se incrementó por un factor de 2.6 de 1950 a 1980)³³ y a pesar de que desde la segunda guerra mundial la población sólo se duplicó y la producción de alimentos se triplicó³⁴, no se ven pistas claras de que mejoren las condiciones nutricionales y de vida de la mayoría de los seres humanos: más de un tercio de la muerte infantil a nivel mundial se atribuye a la malnutrición³⁵; en 2009 se registraron 1,020 millones de personas desnutridas en el mundo, siendo ésta la cifra más elevada desde 1970, primer año del que se tienen estadísticas comparables.³⁶

Ante este panorama, los alimentos transgénicos se promueven como el camino

32 El incremento en la productividad es en sí misma una necesidad del mercado. Aún cuando la población mundial va en aumento, la producción actual de granos satisface las necesidades alimentarias, sin embargo gran parte de ésta alimenta al ganado y éste sólo alimenta a una parte de la población. De tal forma que las necesidades de producción, así como la producción misma, están determinadas no por necesidades de la población en su mayoría, sino por un sector social dominante.

33 Human appropriation of the world's food supply. (2006) En: <http://www.globalchange.umich.edu>

34 Populations Information Program (1997): *Population Reports*, Vol. XXV, 4.

En: http://info.k4health.org/pr/m13/m13chap1_2.shtml

35 World Health Organization (2008): *10 Facts on nutrition*.

En: <http://www.who.int/features/factfiles/nutrition/facts/en/index.html>

36 Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009): *Hunger at a glance*.

En: http://www.fao.org/hunger/hunger_home/hunger_at_glance/en/

[...] *para generar productos de alto valor agregado para usos en la industria química, una solución que permitirá, por ejemplo, modificar realidades tales como el hambre y la desnutrición a partir del mejoramiento de la calidad nutricional en los alimentos e incrementando la producción y protección de cultivos agrícolas contra plagas y enfermedades, así como también generar plantas capaces de producir insumos de alto valor económico y ambiental.*³⁷

Los problemas desde los cuales parten los promotores de la biotecnología se plantean como realidades estáticas, inamovibles en el mundo, asociadas únicamente a problemas de productividad (cantidad y calidad) debido a un rezago tecnológico y no a un proceso acaparador, promotor de la privatización y del despojo de los medios de producción.

El maíz, un caso especial en nuestro país

Como parte del actual sistema productivo, existe una agricultura que ha promovido la mercantilización del campo, donde hay un incremento en el uso de insumos y persigue una mayor productividad de granos que nombraré *agricultura industrializada* y que básicamente se constituye por productores agrícolas de gran envergadura que ocupan grandes extensiones de tierra, se siembran monocultivos y echan mano de las innovaciones tecnológicas y herramientas que les permiten aumentar su rendimiento, convirtiéndose en un sector activo y determinante dentro del mercado agrícola. Este tipo de agricultura apareció hace apenas unos doscientos años como expresión y resultado de la revolución industrial y científica.³⁸

La biotecnología, el maíz transgénico en particular, es un recurso tecnológico que se inserta en este tipo de agricultura y busca ahora también incursionar en otras formas de producción agrícola, las cuales se encuentran en manos de los campesinos, comunidades y pueblos y que responde a diferentes objetivos y necesidades de reproducción de la vida social.

37 Estrella-Herrera, L. y Martínez Trujillo, M. (2004): Plantas transgénicas: potencial, uso actual y controversias. En: Muñoz Rubio, J. (coord)(2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*. Distrito Federal, Siglo XXI-CEIICH, UNAM, p. 30.

Cabe preguntarse, ante la indefinición de quienes hablan del “alto valor económico y ambiental”, ¿qué clase de valores son estos?, ¿para quién o quienes *valen* en términos económicos y ambientales?

38 Toledo, V. y Barrera-Bassols, N., *op. cit.*, p. 45.

En el caso de México, convergen un sin fin de costumbres, cotidianidades, hábitos, danzas, ceremonias y cultura gastronómica alrededor del maíz³⁹ (*Zea mays* L. ssp. *mays*). Más aún, el maíz acompaña el transcurrir de nuestra historia rebasando los límites del tiempo y del espacio como pueblo indígena, como pueblo campesino, como gente de ciudad. En el maíz existe pues una riqueza que no sólo habla de diversidad biológica (61 razas de maíz⁴⁰) sino también de diversidad cultural. Es decir, la relación con el maíz reproduce no sólo valores de cambio sino también y, principalmente, valores de uso a partir de los cuales se construyen y desarrollan muchas culturas y proyectos colectivos.

Aún cuando podemos encontrar ciertas deficiencias metodológicas y técnicas (desde ciertos parámetros del conocimiento científico, progreso y productividad) en estos otros tipos de agricultura practicada desde hace más de 8000 años⁴¹, resulta importante reconocer que son espacios sociales donde aún cabe la posibilidad de construir una relación menos fragmentada con la naturaleza, aún hay cabida para el *sujeto* como entidad social, creadora y colectiva. En éste ámbito la producción de alimentos aún no se reduce a ser un objeto mercantil cuyo fin exclusivo es generar ganancias.

Las relaciones sociales de producción presentes en los pueblos indígenas y campesinos no están libres de relaciones mercantiles. En su forma de producción encontramos la producción de mercancías que cumplen un papel dentro del intercambio simple de las mismas o bien de autoconsumo, pero esta producción de mercancías no tiende a predominar sobre la producción de valores de uso. En este espacio social aún se ven algunos hábitos y costumbres que fortalecen y construyen por y para una vida en colectividad o comunitaria donde se incluye tanto la actividad humana como el resto de los elementos naturales y se trabaja en la

39 Fam. *Graminae*. La planta de maíz es una especie de pasto anual que produce el grano de maíz (técnicamente el fruto) en la infrutescencia femenina o mazorca. El maíz es un cereal que se cultiva en todo el mundo para la alimentación humana y animal pero que además se encuentra directamente asociado a diferentes procesos culturales que también determinan a los seres humanos, particularmente a los habitantes de Mesoamérica. La palabra maíz es de origen caribeño, de la lengua de la familia arawako, más específicamente del tahíno proveniente de Haití. Vassallo Rodríguez, M. (2008): *Mats': la fuerza que corre por nuestras venas. El uso del pozol, una bebida de maíz, en algunas comunidades del área maya. Un estudio diacrónico*. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Etnohistoria. Distrito Federal, Escuela Nacional de Antropología e Historia, p. 112.

Al llegar los españoles a estas islas, iniciaron la marcha del progreso masacrando a miles de tahínos. Ahora, de los tahínos nos queda la palabra maíz, ¿y si un día, el progreso nos deja tan sólo la palabra maíz pero sin plantas o más aún, sin la vida social que se cultiva junto con esta planta?

40 CONABIO (2006): *Documento base sobre centros de origen y diversidad en el caso del maíz en México*. Distrito Federal, p. 9. En: www.conabio.gob.mx.

41 Pickersgill, B. (2007): Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany*, 100, pp. 925-940.

construcción colectiva de una *identidad*⁴², de una relación social-natural. En este sentido es que existe la posibilidad de lograr que el fruto que se obtiene sea producto del trabajo no explotado y no enajenado como aquel que se dibuja hoy en el capitalismo.

Si bien este espacio biológico-cultural no se encuentra libre de relaciones de poder ni tampoco de esta herencia capitalista, es uno de los espacios donde hay una riqueza cultural muy diversa pero al mismo tiempo encontramos a los pobres más pobres, los pobres de la tierra. De ahí, como de muchos otros espacios, emanan luchas y resistencias que buscan la construcción de alternativas y la construcción de una sociedad distinta.

En este contexto se vuelve imprescindible el desarrollo de una ciencia y una tecnología radicalmente⁴³ diferentes. Le corresponde al biólogo no sólo estudiar los objetos biológicos sino también reflexionar sobre el entorno cultural y social de los conceptos e ideas biológicas así como su propio papel en la sociedad, para lo cual es necesaria una reintroducción auto-reflexiva y autocrítica de los sujetos en el conocimiento científico.⁴⁴

HIPÓTESIS

La concepción reduccionista de los seres vivos presente en la biotecnología y la concepción del progreso en la actividad agrícola como tendencia a la maquinización e industrialización, son manifestaciones fundamentales de la hegemonía capitalista. Ambas actividades persiguen la mercantilización estricta de sus productos y pierden de vista las implicaciones ambientales, sociales y éticas de la producción de organismos genéticamente modificados. Sólo una concepción interdisciplinaria que restablezca la visión de la totalidad científico-biológico-ecológico-ético-social, puede explicar y cuestionar de modo coherente la producción y comercialización de los OGM, requiriéndose para ello el análisis de las formas alternativas no

42 “La identidad se refiere a una representación que tiene el sujeto. Significa aquello con lo que el sujeto se identifica a sí mismo. [...] Por identidad de un pueblo podemos entender lo que un sujeto se representa cuando se reconoce o reconoce a otra persona como miembro de ese pueblo. Se trata, pues, de una representación intersubjetiva, compartida por una mayoría de los miembros de un pueblo, que constituiría un “sí mismo” colectivo”. Villoro, L. (1998): *Estado plural, pluralidad de culturas*. Distrito Federal, Paidós-Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, p. 64.

43 “Ser radical es considerar las cosas desde su raíz, es tratar de reconstituir nuestras acciones e ideas a partir de principios y valores elementales. El impulso de ser radical es el impulso de preguntarse ¿porqué es que llevamos este rumbo y no otro? [...] Ser radical implica un cuestionamiento constante de los principios que nos llevan a actuar de una u otra forma, no sólo en otros, sino incluso en uno mismo.” Levins, R. y Lewontin, R. (2002): Stephen Jay Gould. What does it mean to be a radical? En: <http://monthlyreview.org>

44 Morin, E., *op. cit.*, p. 63.

capitalistas de la producción agrícola.

OBJETIVO GENERAL

Mostrar que existe una relación entre el desarrollo de maíz transgénico en México con una ideología reduccionista de tipo ontológico, la cual satisface la necesidad del capital de abrir sus horizontes hacia aquellos objetos que, desde su visión, se pueden convertir de manera absoluta en valor de cambio. Mostrar así mismo que esta ideología se contrapone a las cosmovisiones y prácticas indígenas y campesinas que se basan primordialmente en la producción de valores de uso y que juegan un papel crucial en el desarrollo y conservación de la diversidad de maíz en México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar algunos de los diferentes impactos que el desarrollo e implementación de maíz transgénico puede llegar a tener en la diversidad biológica del maíz, en el ambiente y en la cultura.
- Contrastar las relaciones entre los sujetos y la naturaleza en la agricultura tradicional basada en valores de uso y donde la colectividad social juega un papel primario y fundamental, contra aquella que prioriza la privatización y la ganancia-acumulación, la agricultura industrializada, donde la relación sujeto-colectivo y naturaleza desaparecen para convertirse todos en mercancía.

METODOLOGÍA

Este trabajo se desarrolla en un nivel de explicación interdisciplinario en donde relacionamos diferentes categorías biológicas (gen, ADN, transgen, alimento transgénico), filosóficas (reduccionismo, relaciones partes-todo, totalidad) y económicas (capital, mercancía, plusvalor, fetichización, trabajo enajenado, valor de uso y valor de cambio) que juegan un papel fundamental al analizar el desarrollo de organismos transgénicos y en particular de maíz transgénico en México.

A partir de un análisis crítico, relacionamos estas categorías tomando como base dos aspectos principales: por un lado, un reduccionismo filosófico/ontológico y por otro, elementos de análisis provenientes de la crítica hacia la ciencia reduccionista que se relacionan con visiones más integrativas de la realidad. Esta crítica se fundamenta principalmente en autores como Richard Lewontin, Richard Levins y Steven Rose, quienes han desarrollado un amplio y profundo análisis respecto al reduccionismo en la biología.

Para enriquecer esta crítica, tomaremos ciertos aspectos biológicos y sociales propuestos por investigadores como Elena Álvarez-Buylla, Silvia Ribeiro y Ana De Ita, en contra de la liberación de transgénicos, en particular del maíz transgénico.

Como contrapunto, se utilizarán algunos argumentos de científicos mexicanos como Francisco Bolívar Zapata, Luis Herrera-Estrella o Francisco Solleiro, quienes están a favor de la introducción e implementación comercial del maíz transgénico en México.

Usaremos estos elementos para lograr tener una visión espacio-temporal del conjunto de procesos que intervienen en la producción y circulación de alimentos transgénicos.

Esta aproximación, nos permite contemplar aspectos que pasan inadvertidos si se estudia este tema con una óptica reduccionista o fragmentada de la realidad. Con este método esperamos poder mostrar los vínculos y relaciones de procesos que desde una visión fragmentaria se muestran aislados o separados unos de otros.

Los temas por analizar son: el desarrollo del maíz transgénico; diferentes aspectos del impacto en la naturaleza que desde un ámbito científico se utilizan para rechazar su desarrollo e implementación comercial en México y finalmente algunos elementos del impacto que esta tecnología expresada en el maíz transgénico puede tener en la relación naturaleza-sociedad, particularmente en los pueblos indígenas y pequeños campesinos.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Me propongo en el **primer capítulo** relacionar algunos aspectos de lo que reconozco como un reduccionismo *filosófico/ontológico* con una ideología social dominante que responde al capitalismo neoliberal como sistema de producción.

En este capítulo se plantea cómo la ciencia, en tanto que actividad productiva, puede tender a reproducir relaciones de producción capitalistas y en el caso particular del desarrollo

de maíz transgénico no es la excepción. En la producción de esta innovación tecnológica podemos encontrar una visión fragmentada de la realidad a nivel biológico pero también a nivel de la relación naturaleza-sociedad.

En el **segundo capítulo** describiré algunos de los impactos que se pueden generar en la diversidad del maíz, en el ambiente y en la diversidad cultural con la experimentación e implementación comercial de maíz transgénico. Este capítulo se basa en algunos análisis que se han llevado a cabo en torno al desarrollo, implementación y comercialización del maíz transgénico en México.

Como **tercer y último capítulo** vincularé la producción de maíz transgénico como una continuación de la agricultura industrializada, con sus demandas y con esa visión fragmentada del mundo que cosifica y reproduce principalmente valores de cambio. Por otro lado, confrontaré ahora este modelo de agricultura con *otras agriculturas*. Aquéllas donde el ser humano se relaciona con la naturaleza más allá de las ganancias que se pueden generar, donde se vive con ella enriqueciendo la colectividad social a través de la generación y reproducción de valores de uso en muy diferentes ámbitos y de muy diversas maneras.

CAPÍTULO I

CIENCIA E IDEOLOGÍA, LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA COMO ACTIVIDAD SOCIAL

1. Reduccionismo, biotecnología moderna y maíz

Como en los inventos físicos o químicos, en el desarrollo de la ingeniería genética, la proteómica y la biotecnología moderna, se suscitan discusiones sobre el intervencionismo de los científicos en la naturaleza al ser investigaciones que también conllevan implicaciones sociales.

La biología, disciplina que engloba estas áreas, tiene injerencia directa sobre nuestra manera de vivir. Al igual que la física o la química, se transforman los ambientes personales, sociales y naturales por medio de la farmacología, la biotecnología contemporánea, la ingeniería genética, la industria agropecuaria o los programas de conservación y desarrollo sustentable, pero además, la biología se plantea como la disciplina que pretende pronunciarse sobre quiénes somos, cuál es el propósito (si es que existe algo así) de nuestra presencia y la de otros seres vivos en la Tierra, cómo son las fuerzas que forjan los aspectos más profundos de nuestra personalidad⁴⁵, así como aspectos morfológicos que hacen que un león, un hongo, una bacteria, sean lo que son, es decir, el qué, el porqué y el cómo de nuestro existir como seres vivos.

Gran parte de la ciencia se basa en la observación pero también en la intervención activa sobre los fenómenos para los cuales se buscan explicaciones.⁴⁶ La biología cumple también con esta característica. Varias ramas de esta disciplina intervienen de un modo u otro en los fenómenos que se plantea estudiar, por ejemplo: la fisiología, la taxonomía, la ecología, la biología molecular y la ingeniería genética. Hasta ahora no se han generado otros métodos y medios para estudiar los procesos moleculares y celulares que constituyen, en un cierto nivel y desde una perspectiva particular, la vida misma⁴⁷, aunque no por ello es imposible generar otras formas de acercamiento hacia estos aspectos de la naturaleza.

45 Rose, S. (2001): *Trayectorias de vida. Biología, libertad y determinismo*, Barcelona, Granica, pp: 23-25.

46 *Íbid*, pp: 92-93.

47 *Íbid*.

Vivimos en comunidades sometidas a muchas fuerzas culturales, políticas y económicas las cuales orientan vigorosamente la manera de cómo vamos a explicar el mundo que nos rodea y al resto de la sociedad.⁴⁸

Detrás de las áreas del conocimiento biológico arriba mencionadas, encontramos una aproximación a fenómenos naturales llamada *filosofía reduccionista* o *reduccionismo científico*.⁴⁹

De acuerdo con Rose, existen diferentes escalas en las que este reduccionismo puede expresarse en la ciencia, dependiendo de hasta dónde se lleve esta aproximación: el reduccionismo metodológico, el reduccionismo teórico, o el reduccionismo filosófico.⁵⁰

Comprender los fenómenos que deseamos estudiar aislándolos relativamente del resto del mundo y manipular diferentes variables de una por vez es lo que Rose llama reduccionismo metodológico.⁵¹ Este tipo de reduccionismo simplifica y permite generar cadenas aparentemente lineales de causa y efecto. Muchos de los procesos de construcción de ideas y de tecnologías se desarrollan a partir de esta estrategia y cabe decir que se han tenido grandes logros y descubrimientos usándola⁵², particularmente en la física o la química.

Si esta heurística se lleva al siguiente nivel, se puede convertir en un reduccionismo teórico en tanto que se intenta simplificar y abordar diferentes fenómenos bajo una sola explicación, abarcar la máxima descripción del mundo en el mínimo de leyes y variables.⁵³ Por ejemplo, simplificar el concepto y la relación gen-ácido desoxirribonucleico (ADN): gen no equivale a ADN. Este es un reduccionismo de tipo ontológico, en donde los seres vivos y sus interacciones se reducen a una entidad mínima (genes, átomos) los cuales explican todas y cada una de las propiedades e incluso la conducta que un ser vivo posee.

Por último, podemos llegar a un tipo de reduccionismo filosófico, cuando con las interpretaciones de algunos fenómenos que surgen de los dos niveles anteriores, se usan para explicar la realidad en su totalidad.

La filosofía reduccionista surge explícitamente durante el siglo XVII con el *Discurso del Método* escrito por René Descartes, a partir del estudio sobre cómo es que los fenómenos

48 *Íbid.*

49 Suárez, E. (2005): Reduccionismo y biología en la era postgenómica. En: *Revista Ciencias*, 79. Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, pp: 54-64.

50 Rose, S., *op. cit.*, pp: 97-122.

51 *Íbid.*, p. 101.

52 *Íbid.*, p. 102.

53 *Íbid.*, p. 105.

y los objetos naturales, o incluso la realidad, deben ser estudiados y explicados. De acuerdo con la visión cartesiana el mundo es como un reloj, como una máquina y los fenómenos son consecuencia de la suma de átomos individuales, cada uno con propiedades intrínsecas, determinando así el comportamiento del sistema como un todo.⁵⁴

Esta no es una visión neutral, antes bien, la ciencia que hacemos, las teorías que preferimos y las tecnologías que empleamos y creamos no se pueden separar del contexto social en el cual se las crea, de los propósitos de quienes las financian y promueven ni de las visiones del mundo en las cuales buscamos y hallamos respuestas apropiadas a los grandes qué, cómo y porqué que enmarcan nuestra concepción de la vida.⁵⁵

El método cartesiano ha tenido mucho éxito en la física, la química y también en la biología, especialmente en la biotecnología contemporánea, la biología molecular y la ingeniería genética, donde hay una tendencia a reproducir la noción de que el mundo es como el método, como si fuera un dictado del mismo⁵⁶, exaltando el papel atómico de las partes y explicando el todo a partir de la sumatoria de ellas.

Hay que señalar que la influencia del pensamiento reduccionista tiene un valor transitorio como momentos en el proceso científico.⁵⁷ En un momento dado, no hay nada de malo en estudiar íntimamente los componentes celulares, las series de ADN o las moléculas y átomos de alguna proteína. Entonces, ¿cuáles son los elementos de análisis y crítica que se hacen sobre esta forma de explicar la realidad?

A continuación haremos algunas observaciones clave sobre el uso de esta filosofía reduccionista que nos permitirán comprender su vínculo con el desarrollo de la biotecnología moderna y los organismos transgénicos.

El reduccionismo ontológico se ha utilizado ampliamente para explicar fenómenos a distintos niveles de organización, desde el atómico hasta el celular, encontrando en la *genética* un amplio campo de trabajo. Junto con el desarrollo de la genética aparecieron nuevos términos como el de *gene* (los *determinantes ocultos* de Mendel) así como *genotipo* y *fenotipo*. Ninguno de estos términos tenía una definición precisa y casi desde su aparición tuvieron distintos significados según el investigador que los empleara. Iban desde los

54 Levins R. y Lewontin, R. (1985): *El biólogo dialéctico*, Nueva York, Harvard press, p.1.

55 Rose, S., *op. cit.*, pp: 25-26.

56 Levins, R.y Lewontin, R., *op. cit.*, p. 2.

57 Suárez, E., *op. cit.*, p. 139.

caracteres específicos de un individuo o especie hasta una suerte de ideal platónico del tipo de especie. En otro momento los genes eran (y para algunos, aún lo son) esencias, unidades impenetrables a las que se podría considerar las contrapartes de los átomos de los físicos a principios del siglo XX: “*las unidades menores, indivisibles de las cuales dependían las formas externas; motores inmóviles, inmutables, dentro de cada organismo.*”⁵⁸ Esta forma de ver a los genes como entidades estáticas aisladas de su contexto es un ejemplo de lo que se le critica al reduccionismo.

Otro ejemplo lo encontramos en la biotecnología contemporánea, en su construcción y práctica, al conceptualizar los genes ...

*[...] como entidades discretas: unidades funcionales de información que pueden ser caracterizados puntualmente, contados, pegados, extraídos, alterados, 'encendidos y apagados' o trasladados de un organismo a otro, incluso de diferentes especies a través de la ingeniería genética (técnicas de ADN recombinante). La metáfora del gene 'determinante', apela a una simplicidad [...] esta noción de genes como objetos unitarios con propiedades estables y predecibles provee del soporte conceptual necesario para los constructos genéticos como bienes intercambiables sujetos al mercado.*⁵⁹

Esta interpretación de los genes va muy de la mano con una visión que reduce la relación que éstos guardan con el ADN, con otras proteínas, con el organismo que los contiene y con el ambiente. Esta visión los reduce a unidades individuales, como cuentas independientes de un collar y promueve una relación lineal uno-a-uno entre genotipo y fenotipo.⁶⁰ Por ejemplo, establece una relación lineal entre ADN-ARN-ribosoma-proteína-fenotipo, a modo de una reacción aislada de su entorno celular y como un flujo unidireccional: un gen se traduce en una proteína que a su vez se expresará en un determinado fenotipo.

58 Rose, S., *op. cit.*, pp: 127-128.

59 McAfee, K. (2003): Neoliberalism on the molecular scale. Economic and genetic reductionism in biotechnology battles, *Geoforum* 34, pp: 203-219.

60 Rose, S., *op. cit.*, p. 154.

El uso recurrente de metáforas mecánicas para hablar de algunos procesos celulares se remonta a la transformación del pensamiento científico que vino junto con la revolución newtoniana del siglo XVII, ésta a su vez íntimamente relacionada con el nacimiento del capitalismo moderno y la industrialización.

Con el descubrimiento del ADN, muchos genetistas vieron en su estructura molecular al agente (único) responsable de la herencia en todos los seres vivos, convirtiendo al ADN en el monarca absoluto de la evolución y la información de lo vivo y simplificando las complejas interacciones entre los genes, los organismos y el ambiente.⁶¹ A partir de esta visión es que se construyen manifestaciones ideológicas que caen dentro de un *determinismo genético*, el cual propone explicaciones exclusivamente genéticas a la condición social humana en casi todos sus aspectos, fetichizando pues al gene, al ADN y diferentes variables moleculares. En un ámbito más social se conoce como *determinismo biológico*, el cual intenta explicar problemas de desigualdad social o de género y clase desde una perspectiva meramente biológica o como expresión de la naturaleza. Por ejemplo, la incapacidad de los que no tienen trabajo o techo y los psicológicamente perturbados para sobrevivir de manera efectiva en la sociedad actual.⁶²

Hay una tendencia a explicar la relación entre el ADN y los genes de manera unidireccional. Por ejemplo, la idea de que la información en la molécula de ADN le confiere cierta especificidad a los organismos al contener el material específico y constitutivo de las proteínas y que una secuencia particular de ADN produce una proteína particular de acuerdo a un conjunto de reglas que conforman este proceso. Algunos biotecnólogos refuerzan esta visión fragmentada de la relación gen-ADN al pensar que “*las proteínas son, pues, la herramienta de los genes, el brazo ejecutivo de la maquinaria celular; todo lo que existe en la biosfera resulta, en consecuencia, del trabajo concertado y regulado de las proteínas...*”.⁶³

De acuerdo con esta visión cada vez más dominante sobre la relación ADN-proteína,

61 Commoner, B. (2002): *Unraveling the DNA Myth: The spurious Foundation of Genetic Engineering. Harper's Magazine 304 (1821)*, pp: 39-47.

62 Rose, S., *op. cit.*, p. 26.

Menciono otros ejemplos (un tanto burdos pero que se pueden llegar a escuchar en boca incluso de científicos de prestigio) que ayuden a ilustrar esta idea y cómo los factores sociales, en ambos casos, se hacen a un lado prácticamente por completo: la homosexualidad es un factor genético y hereditario; los 'sujetos violentos' son así por sus características genéticas y hereditarias. No hay pues relación alguna con el contexto social que también influye en la conducta de los sujetos que conforman una sociedad.

63 Soberón, F. (2003): *La ingeniería genética, la nueva biotecnología y la era genómica*. Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica, p. 23.

las reglas del proceso son meras mediaciones entre el contenido del ADN y su expresión o destino a partir de lo cual podemos explicar *todo* lo que ocurre en la biósfera.

Pero “*las células, los organismos, son algo más que meras listas de sustancias químicas. No se puede leer sus estructuras tridimensionales, ni menos aún sus trayectorias de vida, en el filamento unidimensional de ADN.*”⁶⁴

El ADN es una molécula que no se auto-reproduce sino que es producida a través de un complejo proceso celular en donde muchas proteínas se ven involucradas. Mientras se suele decir que el ADN elabora proteínas, son ellas (enzimas) las que producen el ADN pero sólo las células en su totalidad contienen la maquinaria necesaria para su autoreproducción y aún ellas, en su desarrollo, pierden esta capacidad.

La visión reduccionista y fragmentada, considera a la célula como una entidad aislada, contempla a los organelos, las reacciones químicas, el intercambio de moléculas, metabolitos, etc., como estructuras y procesos sustraíbles, que se pueden alterar y controlar. A través de este reduccionismo ontológico algunos biotecnólogos se empeñan en explicar fenómenos más generales en términos de fenómenos particulares: la parte explica el todo pero esta aproximación no es más que una cascada defectuosa de objetivación, de aglomeración arbitraria, de una cuantificación improcedente, de la creencia entregada en la estadística normativa, la causalidad fuera de lugar y la confusión de metáfora con homología.⁶⁵

Bajo esta perspectiva reduccionista, también se pierde de vista la relación célula-organismo. Se dice que la información contenida en los genes, en el ADN, es lo que le confiere especificidad a los organismos pero el ADN es incapaz de hacer algo de manera aislada.

La secuencia de nucleótidos en el ADN es usada por la maquinaria celular para determinar qué secuencia de aminoácidos se va a elaborar. El ADN sólo contiene información que es utilizada por este complejo proteico celular y ambos, tanto elementos celulares como el ADN, están formados por proteínas. De tal manera que los organismos no son exclusivamente producto de su ADN, sino que emergen de la interacción y la determinación de factores internos y externos.⁶⁶ Hablar de interno y externo siempre es en función de algo en particular, es decir, externo a qué, interno de qué, pero en sí, en la naturaleza y en los seres vivos que la conformamos, puede no haber mucha claridad respecto a qué es adentro y

64 Rose, S., *op. cit.*, p. 36.

65 Rose, S., *op. cit.*, p. 336.

66 Lewontin, R. (2000): Gene and organism. En: *The triple helix. Gene, organism and environment*, Massachusetts, Harvard Univ. Press, p. 28.

qué es afuera. Estos son elementos que forman parte de un modo de aproximarnos a la naturaleza en donde partimos, separamos y organizamos la información para comprender las partes y luego el todo.

Y aquí entra la relación gen-organismo-ambiente pocas veces contemplada por el reduccionismo y sus partidarios. El ambiente es en parte consecuencia de las actividades de aquéllos organismos que lo habitan mientras éstos producen y consumen sus propias condiciones de vida.⁶⁷ No es solamente que el ambiente determine las características genotípicas y fenotípicas de los organismos a través de diferentes fuerzas de cambio o evolutivas, ni tampoco que la información genética sea la esencia de los seres vivos o lo que les confiere sus características fenotípicas y los haga ser lo que son, sino que hay una interacción dinámica con el exterior y una interacción interna propia, o sea interacciones interorganísmicas, intraorganísmicas y de todos y cada uno de los organismos con los factores abióticos del medio. La variación⁶⁸ que se da en los diferentes niveles de organización, producto de distintos mecanismos de cambio, es central para la reproducción celular y de la vida misma y es uno de los elementos principales que se pierden de vista ante una visión reduccionista de los fenómenos naturales.

1.2 Relación ser humano-naturaleza: la mano y la semilla

Los seres humanos transforman constantemente la naturaleza en todo el mundo y de muy diferentes maneras, alterando las interacciones entre individuos, especies, poblaciones y ecosistemas.

Desde tiempos remotos, los seres humanos han modificado genéticamente diferentes organismos, uno de estos procesos es la domesticación⁶⁹ de plantas y animales. Bajo estas

⁶⁷ *Íbid.*

⁶⁸ La *variación* o *variabilidad genética* se refiere a los cambios en el material genético de una población o especie incluye los genomas nuclear, mitocondrial y ribosomal, además de los genomas de otros organelos. En su escala más pequeña, la evolución implica un cambio en la frecuencia de los alelos en una población a lo largo de las generaciones. Este cambio puede ser causado por una cantidad de mecanismos diferentes: selección natural, deriva génica, mutación, migración (flujo genético). Estos mecanismos modifican la variación genética.

⁶⁹ La domesticación es un proceso continuo, que opera inicialmente sobre plantas silvestres y que puede lograr una completa “dependencia” de la planta con respecto al ser humano para sobrevivir y reproducirse (como el caso del maíz). Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zárate, S. (1997): Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Bol. Soc. Bot., 61, México*, p.35.

condiciones, hay especies relacionadas entre sí, que no se reproducen si no son entrecruzadas por el ser humano para producir nuevas variedades.

Este ha sido uno de los argumentos utilizados por algunos biotecnólogos⁷⁰ para justificar el desarrollo de organismos genéticamente modificados (OGM), los cuales son el resultado de la manipulación o modificación de su estructura genética a partir de técnicas de ADN recombinante. Pero la modificación genética que se realiza hoy en día se distingue de la que se ha dado desde tiempo atrás por la infraestructura involucrada (laboratorios, herramientas, sustancias), el nuevo conocimiento desarrollado por las relaciones sociales de producción en el que se generaron y los intereses básicos a partir de los cuales se realiza la modificación genética.

A partir de un momento histórico en el desarrollo de las fuerzas productivas, que son el conjunto de elementos que intervienen en el proceso de producción de riqueza material e intelectual humanas, el ser humano fue capaz de domesticar plantas y animales como requerimiento para la continuación de la vida humana.

Este proceso ha tenido un fuerte impacto en la generación y diversificación de plantas y animales. A través de la selección continua de semillas, muchas de las plantas de uso agrícola son notoriamente distintas a sus ancestros.⁷¹ El maíz, por ejemplo, es un cultivo dependiente de la intervención humana para sobrevivir ya que las semillas están sujetadas fuertemente a la mazorca dificultando su dispersión. Cada población nativa tiene un rango de adaptación bastante restringido pero ha podido prosperar en condiciones extremadamente contrastantes debido a la enorme diversidad de poblaciones que se han formado a través de milenios de evolución bajo domesticación.⁷²

La selección de las semillas bajo la mano humana ha contribuido en el desarrollo de las diferentes variedades y razas de maíz que aún hoy encontramos, ampliando así el rango de posibilidades para resistir plagas, sequías o niveles de salinidad y fomentar una policromía, a diferencia de la siembra de un sólo cultivo (monocultivo) el cual tiende a reducir la riqueza

70 “La biotecnología ha estado presente desde tiempos inmemorables en la solución de muchos problemas importantes, no sólo en el campo de la salud, permitiendo la producción de vacunas y antibióticos, sino también en el de la producción de alimentos a través de procesos de fermentación, tales como el pan o la cerveza.” Bolívar Zapata, F. (comp.)(2005): *Fundamentos y casos exitosos de la Biotecnología Moderna*. Distrito Federal, Colegio Nacional, p. 9.

71 Lewontin, R. (2000), *op. cit*, p. 42.

72 Paczka, R. (2003): El maíz como cultivo II. En: Esteva, G. y Marielle, C. (2003): *Sin maíz no hay país*, Distrito Federal, Conaculta-DGCPI, p. 128

genética del mismo.

Pero además, el proceso de cultivo, cosecha y selección de semilla involucra entre otras cosas, el deseo o gusto por variedades de acuerdo a diferentes características de interés para el agricultor, para el pueblo indígena o comunidad campesina.

El reduccionismo es una visión que trastoca esta relación naturaleza-sociedad y permite orientar algunas nociones de la realidad hacia un único interés, el de la maximización de ganancias.

Conviene entonces entender cuáles son los factores sociales que influyen en este proceso.

1.2.1 La actividad científica y sus productos

La ciencia y la biotecnología moderna se desarrollan en un momento en donde el proceso generador de mercancías trastoca todo sentido de convivencia social y predomina por sobre otros procesos productivos.

La siempre presente voluntad del dinero, elemento característico del sistema capitalista de producción actual, encuentra medios y condiciones para destruir las trabas que le impiden cumplir con su reproducción.

Como parte del proceso de globalización neoliberal, se pretende destruir/despoblar territorios, reconstruir /reordenar las geografías locales, regionales y nacionales, y crear, sin importar lo que cueste, un nuevo escenario mundial⁷³. Si bien estas características no son nada nuevas ni exclusivas del sistema capitalista, este reordenamiento abarca espacios culturales y territorios que antes no se contemplaban y ocurre a una escala planetaria, dentro y entre países imperialistas, coloniales y semicoloniales.

73 Subcomandante Insurgente Marcos (2001): *Siete piezas sueltas del rompecabezas mundial*, Distrito Federal, Ediciones FZLN, p. 6.

En este texto se describe lo que los compañeros del Ejército Zapatista de Liberación Nacional llaman la IV Guerra Mundial. Esta guerra se caracteriza por un nuevo marco de relaciones internacionales en donde se lucha por nuevos mercados y territorios, lo que conlleva una redefinición de los Estados Nacionales trazada por los grandes centros financieros. Esta redefinición responde a una nueva lógica del mercado mundial en donde los modelos económicos desarrollados se imponen sobre relaciones sociales débiles o inexistentes. Entre los procesos de reordenamiento que se dibujan en esta guerra está el reordenamiento de la producción y circulación de mercancías y el reacomodo de las fuerzas productivas. Específicamente en el ámbito de lo rural, los mercados financieros exigen un incremento en la productividad agrícola pero lo que consiguen es la destrucción de las relaciones sociales y económicas tradicionales.

Encontramos que entre lo que destruye están las relaciones sociales y la naturaleza misma, reordenando de acuerdo a la lógica del vencedor: la sociedad capitalista. Es decir, aquellos que han desplazado al Estado en la toma de decisiones y que detentan el poder económico nacional e internacional (controlan los organismos financieros, los medios de comunicación, las corporaciones industriales y comerciales, los centros educativos, las instancias de investigación, los ejércitos, las policías). Es pues en este contexto, que se desarrollan los OGM en el mundo.

Marx plantea en la *Ideología Alemana*:

La producción de la vida [...] se manifiesta inmediatamente como una doble relación -de una parte, como una relación natural, y de otra como una relación social-; social, en el sentido de que se entiende como la cooperación de distintos individuos, en cualesquiera condiciones, de cualquier manera y para cualquier fin. De donde se desprende que un modo de producción determinado o una fase industrial determinada lleva siempre aparejado un modo de cooperación determinado o una fase social determinada, modo de cooperación que es, a su vez, una “fuerza productiva”; que la suma de las fuerzas productivas accesibles al hombre condiciona el estado social [...].⁷⁴

La ciencia tiene el papel de fuerza productiva, porque existe como medio para la producción y reproducción de los valores sociales, sean éstos valores de uso o mercancías⁷⁵, es decir, se tiende a formular bajo la influencia del sistema de producción dominante.⁷⁶

La actividad científica constituye una forma de trabajo socialmente influenciado por la sociedad en su conjunto, que depende de los logros prácticos o materiales alcanzados y se construye a partir del estado de desarrollo en que se encuentra la relación de la sociedad con

⁷⁴ Marx, K. (1973), *op. cit.*, p. 25.

⁷⁵ “La mercancía es, en primer lugar, un objeto exterior, una cosa que merced a sus propiedades satisface necesidades, el que se originen, por ejemplo, en el estómago o en la fantasía, en nada modifica el problema.” Marx, K. (2005)[1867]: *El Capital. Tomo I*. Distrito Federal, Siglo XXI, p. 43.

⁷⁶ Alvarez, C., Alfredo Chozas, Santiago Ramírez, Guillermo Zambrana y Marcela Zambrana: La Ideología espontánea de los científicos en México. En: Lecourt, D. (1980): *Filosofía, ciencia y política*. Distrito Federal, Nueva Imagen, pp: 73-109.

la naturaleza o el grado de desarrollo del proceso de trabajo material.⁷⁷

Para conocer en qué medida y por qué medios se convierte al producto de la actividad científica en mercancía se pueden considerar dos niveles: 1) uno ideológico, en donde la ciencia es un proceso social donde tanto sus planteamientos, desarrollo y resultados juegan un papel en la construcción de una *imagen del mundo* y 2) a un nivel más práctico en tanto que los productos de la ciencia adquieren una forma propiamente mercantil al desarrollarse en un sistema de producción generador de mercancías.

Detrás de la cantidad de trabajo plasmada en un medicamento, en un agroquímico, en una variedad mejorada de maíz, en un maíz transgénico resistente a plagas o tolerante a herbicidas, en una *patente*⁷⁸, hay un sujeto.

Nunca hacemos ciencia como una actividad sacada del conjunto de las relaciones de producción, sino que trabajamos en el marco de un saber, de una combinación de trabajo teórico-práctico, de política y de filosofía. Trabajamos siempre en el interior de una concepción del mundo. No hacemos nunca ciencia “pura”, no hacemos nunca en su pureza algoritmos, reacciones, pruebas de laboratorio o innovaciones tecnológicas.⁷⁹ Siempre el despliegue, el desarrollo de tal algoritmo, el trabajo de tal o cual reacción, la búsqueda y construcción de la explicación de tal o cual proceso, implica el ejercicio de un saber y de un hacer estrechamente vinculado con lo que somos y pensamos como sujetos sociales y con las necesidades planteadas por cada momento histórico.

Hablar del sujeto científico adquiere mucha importancia ya que es él quien genera esta tecnología. A través de su práctica laboral puede construir una idea del mundo realmente existente, como una relación que se nutre bidireccionalmente y actuar en consecuencia o bien transformar, deformar y destruir esta relación en su planteamiento ideológico y en la práctica.

A partir de la concepción de la ciencia como actividad objetiva, de indagación de lo que es la naturaleza como ente separado del ser humano, se nutre el velo de la neutralidad.

Sin embargo,

77 Suárez, E. (1989): *Orígenes y repercusiones sociales de la ingeniería genética*. Tesis para obtener el grado de Biólogo. Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, p. 87.

78 En el proceso de descubrir e inventar objetos, tecnologías, etc., inmerso en el actual sistema de producción capitalista, existe la necesidad (creada) de registrar dichos productos con el fin de que no sean 'plagiados' sino que quienes quieran hacer uso de ellos paguen la cantidad estipulada o licencia. Como movimiento antagónico a las marcas registradas y patentes existe un tipo de copyright llamado *copyleft*, el cual promueve la socialización de la información y la tecnología sin la necesidad de pagar por ello siempre y cuando se respeten ciertos aspectos como el reconocimiento de autoría entre otros.

79 Álvarez, C., *et al.*, *op. cit.*, pp: 121-122.

*Hacer ciencia es estar socialmente comprometido, le guste a uno o no, en la actividad política. La negación de la interpenetración de lo político con lo científico es en sí misma un acto político, dando soporte a estructuras sociales que se esconden detrás de la objetividad científica para perpetuar la dependencia, la explotación, el racismo, el elitismo, el colonialismo.*⁸⁰

Podríamos decir entonces que hay científicos que tienden a contribuir con el sostén de una estructura social, al participar consciente o inconscientemente en la dominación y explotación de unos sobre otros a través de las ideas o concepciones que ayudan a preservar.

Al mismo tiempo ellos son sujetos cuyo trabajo se desarrolla bajo la determinación y el control social. Los científicos, pues, juegan un doble papel en este engranaje del capitalismo, como explotadores y como explotados.⁸¹

Cabe entonces preguntarse quién y cómo se determina cuáles son los temas prioritarios para trabajar. Y para intentar responder a lo anterior es importante reconocer que hoy en día una parte de la ciencia surge a partir de las necesidades de los capitalistas, no sólo de expandirse hacia nuevas regiones, sino de transformar la producción, crear nuevas mercancías y métodos de producción más rentables.⁸² Contribuyendo con el proceso de reordenamiento al que ya nos referimos.

Sin embargo, hay que recordar que la influencia de los sectores dominantes en el trabajo de los científicos es sólo una tendencia. Es decir, ni los científicos, ni su trabajo se encuentran condenados bajo el yugo de las relaciones sociales dominantes de producción. Científicos como Levins o Lewontin trascienden la neutralidad impuesta por una visión ideológica proclamando que toda teoría estará equivocada si promueve, justifica o tolera la injusticia.⁸³

Es importante entonces, analizar el papel que juega la ciencia, el científico y el producto de su trabajo en la construcción de nociones de la realidad.

80 Levins, R y Lewontin, R., *op. cit.*, p. 4.

81 Álvarez, C., *et al.*, p.129.

82 Levins, R. y Lewontin, R., *op. cit.*, p. 197.

83 Levins, R. y Lewontin, R.(2007): Ten propositions on Science and Antiscience. En: *Biology under the influence. Dialectical essays on ecology, agriculture and health.* Nueva York, Monthly Review Press, p. 99.

1.2.2 Ideología dominante y ciencia

Existe una estrecha relación entre lo que llamamos *estructural* y *supraestructural*.⁸⁴

La ciencia, por ejemplo, construye nociones de lo real y explicaciones de diferentes fenómenos naturales, configurándose como uno de los pilares constructivos de las ideas que rigen supraestructuralmente en la sociedad, como una instancia legitimadora de hechos, pero al mismo tiempo, su desarrollo es producto de las ideas predominantes en cada espacio y momento histórico particular.

La ciencia y los científicos construyen ideas y nociones de lo real, a partir de sus condiciones y relaciones materiales. Ahora bien, la ciencia no es la única actividad generadora de ideas y conocimiento. Existen muchas otras formas de aproximación hacia la realidad, por ejemplo, el conocimiento de los diferentes pueblos indígenas.

Sin embargo, hay formas de conocimiento que tienden a generalizarse más entre la población que otros. Cuando esos conocimientos incluso niegan cualquier otra forma de aproximación al mundo y predominan en la sociedad como verdades únicas, pueden convertirse en *ideología*.

Cuando hablo de *ideología* me refiero entonces al ...

[...] *proceso por medio del cual los individuos concretos se representan a sí mismos como sujetos abstractos, como quienes, mediante su actividad individual y particular y ajenos a otras determinaciones que no surjan de sí mismos, adquieren el poder de transformar o constituir el mundo.*⁸⁵

La ideología de la clase burguesa⁸⁶ sostiene que el individuo precede ontológicamente a la sociedad, considera al individuo como la unidad racional y esencial:

Los individuos son vistos como átomos sociales que se mueven

84 Por *estructural* me refiero a las relaciones de producción, mientras que *supraestructural* es todo aquello relacionado a la construcción de las leyes, valores morales y éticos, la construcción de visiones del mundo, ideas que se forjan a partir de la realidad particular y que permea también en ese actuar social.

85 Álvarez, C., *et al.*, *op cit*, p. 89.

86 El marxismo define a la burguesía como la clase dominante de la sociedad capitalista, propietaria de los medios de producción y de cambio, a través de los cuales se explota el trabajo ajeno y así acumular capital.

*libremente, con propiedades intrínsecas, creando determinadas interacciones sociales cuando se encuentran con otro sujeto en el espacio social. Desde este punto de vista, si uno quisiera entender la sociedad, uno debiera comprender las propiedades individuales que la conforman.*⁸⁷

Y como se mencionó al inicio de este capítulo, esta noción se relaciona directamente con una visión fragmentada de la naturaleza que impacta directamente en cómo nos aproximamos a ella y entre nosotros.⁸⁸

La visión reduccionista de la naturaleza concuerda con esta visión atomizada de la sociedad. Si el individuo es la unidad esencial en la sociedad, entonces bajo esta lógica cabe preguntarse cuál es la esencia del individuo: la célula, y de ésta los genes.

Se cree que el todo debe entenderse sólo a partir de dividirlo en las partes que lo conforman: los átomos, las moléculas, las células, los genes, etc., así como la sociedad, hoy capitalista y empresarial, se fragmenta en familias, individuos, trabajadores, empresarios, etc., pero además, de acuerdo a cómo se encuentran distribuidas las condiciones materiales de producción, en una clase poseedora y otra desposeída de los mismos.

Los portadores de una ideología, llámense individuos, grupos sociales o instituciones, conocen y se explican la formación social en su conjunto y su participación en ella a partir de su situación particular. Así a través del conjunto de explicaciones, normas, valores o ideas, en una sociedad dividida, la clase con poder representa su posición en la sociedad, difundándose entre el resto de los sectores sociales como la ideología dominante.⁸⁹

De tal manera que ...

Las ideas dominantes no son otra cosa que la expresión ideal de las relaciones materiales dominantes, las mismas relaciones materiales dominantes concebidas como ideas; por lo tanto, las relaciones que

87 Levins, R., Lewontin, R. (1985), *op. cit.*, p: 1.

88 “Desde la ociosa reflexión de Descartes, la teoría de arriba insiste en la primacía de la idea sobre la materia. El ‘pienso, luego existo’ definía también un centro, el YO individual, y a lo otro como una periferia que se veía afectada o no por la percepción de ese YO: afecto, odio, miedo, simpatía, atracción, repulsión. Lo que estaba fuera del alcance de la percepción del YO era, es, inexistente”. Subcomandante Insurgente Marcos, Delegado Zero del EZLN. (2007): Ni el centro ni la periferia. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>.

89 Álvarez, C., *et al.*, *op. cit.*, p. 87

*hacen de una determinada clase la clase dominante son también las que confieren el papel dominante a sus ideas.*⁹⁰

El funcionamiento de la ideología se puede expresar a través de un complejo conjunto de ideas que proveen a cada sujeto de su realidad, es decir, del sistema de evidencias y de significaciones percibidas-aceptadas; “... *antes que descripción de una realidad, la ideología es expresión de una voluntad*”⁹¹, aquella de los que detentan un poder, dominan y controlan el modo de producción, o aquellos que poseen el conocimiento de la realidad.

Entonces, podemos decir que ...

*La percepción del mundo por el biólogo -o cualquier científico- no resulta de colocar un espejo fiel frente a la naturaleza: está formada por la historia del objeto de estudio, las expectativas sociales predominantes y los patrones de financiamiento de las investigaciones,*⁹²

entre otros.

Ahora conviene revisar si la sociedad capitalista se relaciona con la ciencia solamente en lo que hemos llamado ideológico o si hay algo más. Desde el punto de vista de Marx, la ideología dominante influye en las formas de producción social:

*Las ideas de la clase dominante son las ideas dominantes en cada época [...], la clase que ejerce el poder material dominante en la sociedad [...], la clase que tiene a su disposición los medios para la producción material, dispone al mismo tiempo, de los medios para la producción espiritual, lo que hace que se le sometan, por lo general, las ideas de quienes carecen de los medios necesarios para la producción espiritual.*⁹³

90 Marx, K. (1973), *op. cit.*, p. 38.

91 Álvarez, C., *et al.*, *op. cit.*, p. 90.

92 Rose, S., *op. cit.*, p. 311.

93 Dice: *por lo general*, es decir, reconociendo que *lo establecido* puede transformarse, la resistencia, el pensamiento crítico y la rebeldía a ese *stablishment* pueden ser los espacios para que, reconstruyendo también

La filosofía reduccionista es una de las representaciones que dominan en el conocimiento científico al intentar comprender la naturaleza. Esta visión se desarrolla no sólo como un criterio metodológico, como una forma de abordar el planteamiento y la resolución de problemas, sino que ...

Los motivos de semejantes explicaciones reduccionistas derivan en parte del poder del reduccionismo como metodología y filosofía, pero sobre todo de la urgencia para hallar explicaciones de la magnitud de los trastornos sociales y personales en las sociedades industriales desarrolladas [...].⁹⁴

Al respecto del reduccionismo como ideología, Rose critica que la atención de explicaciones del ámbito social, se desvían a lo molecular.⁹⁵ Por ejemplo, cuando se buscan explicaciones genéticas para condiciones humanas, desigualdades de género o de raza, o las inclinaciones individuales tales como la orientación sexual, el consumo de drogas o de alcohol. A este tipo de explicaciones se les conoce como *determinismo biológico*.

Esta visión de la realidad se tiende a generalizar en la sociedad ya que proviene de una actividad que se considera socialmente como un cuerpo "neutro" de conocimientos, fortaleciendo a la ciencia como una entidad independiente, acarreado irremediabilmente la suposición de que la ciencia es apolítica y, por lo tanto, ahistórica. O sea, se olvida que la producción de conocimientos y el conocimiento mismo poseen una base material de la cual son inseparables. Pero, la ciencia no es neutral, entonces ¿qué valores son los que refleja, refuerza y reproduce?⁹⁶

La lógica que se impone hoy es aquella de las corporaciones, las cuales aleccionan para ir en una sola dirección. Como dice Bolívar Echeverría, hacia una *realidad predeterminada*, o ...

al sujeto colectivo, la realidad sea diferente. Marx, K.(1973), *op. cit*, p. 38.

94 Rose, S., *op. cit*, pp: 336-338.

95 *Íbid.*

96 Young, R. (1977): Science is social relations. *Radical Science journal*, No. 5, pp: 65-129. En: <http://human-nature.com/rmyoung/papers/sisr.html>

[...] *completamente moderna, es decir, diseñada de acuerdo al progreso de las fuerzas productivas, concebido éste, en definitiva, como una adaptación de la sociedad al progreso técnico de los medios de producción. [...] el mundo que desprecia al hombre en nombre del super-hombre. [...] Paso que se viene dando lentamente, en la medida en que el progreso avanza impulsado por la iniciativa y el espíritu de la empresa del capitalista.*⁹⁷

Desde el enfrascamiento en la objetividad y la asepsia en la que muchas veces se desarrolla la ciencia se tiende a consolidar un sólo fin, el de la ganancia, además de funcionar como una actividad que consolida una visión del mundo acorde con la ideología dominante, es decir, una ideología capitalista.

Los procesos de racionalización que emanan de la ciencia van acompañados, en muchas ocasiones, de una pérdida de la razón, dando origen a lo irracional.⁹⁸ Lo racional es la razón del individuo aislado, enajenado, lo racional no persigue ya el desarrollo del ser humano sino que persigue objetivos por fuera de él, ajenos a él, como el incremento de mercancías y de plusvalor. Lo irracional se convierte entonces en la racionalidad de la sociedad capitalista.⁹⁹

Entonces, bajo esta ideología se prefiere esta racionalidad científica, meramente instrumental y económica, por sobre la capacidad de otras racionalidades como aquellas de los pueblos indígenas para crear conocimientos o prácticas a partir de las cuáles se obtienen resultados como la diversidad de cultivos. Todo aquello que se resiste a encajar en este sistema no es verdadero, no es, pues, racional. Por ejemplo, la relación de campesinos o indígenas con la naturaleza en donde se suele ver involucrada su subjetividad y colectividad.¹⁰⁰

El papel de las ciencias no es solamente generar conocimiento, tecnologías,

97 Echeverría, B. (1998): *Valor de uso y utopía*, Distrito Federal, Siglo XXI, pp: 61-76.

98 Kosik, K. (1967): *Dialéctica de lo concreto*, Distrito Federal, Grijalbo, pp: 115-116.

99 *Íbid.*

100 “*El rostro del 'otro' es su cultura, ahí está su diferencia. Lengua, creencias, valores, tradiciones, historias, se hacen cuerpo colectivo en una Nación y le permiten diferenciarse de otras y, con base en su diferencia, relacionarse con otras. Una nación sin cultura es una entidad sin rostro, es decir sin ojos, sin oídos, sin nariz, sin boca...y sin cerebro. Destruir la cultura del 'otro' es la forma más contundente de eliminarlo.*” Subcomandante Insurgente Marcos, Delegado Zero del EZLN. (2003), *op. cit.*, p.12.

herramientas e instrumentos, sino que forma parte de un tejido social: esto no es excluyente ni atingente. Y la sociedad es quien pone ese proceso tecnológico, esa herramienta, ese conocimiento, bajo control de sus intereses, o bien en manos de aquellos que tienen la capacidad o dominio de las formas de vida.¹⁰¹

1.3 La actividad científica como parte de las fuerzas de producción

Gran parte de las observaciones y conclusiones teóricas y prácticas a las que se ha llegado dentro de la biotecnología, de la ingeniería genética o de la biología molecular han sido posibles gracias al desarrollo de instrumentos y sistemas industriales de apoyo. Estos instrumentos (computadoras, aparatos para hacer PCR's, compuestos químicos, pipetas, micropipetas, etc.) son elaborados a partir del trabajo, enmarcado en necesidades ajenas que se van manifestando en forma de relaciones de dominación.

El producto concreto de la ciencia o de la biotecnología moderna aplicada a la agricultura, llámese transgénico, herbicida, fertilizante, conocimiento útil o teoría, se inserta al mercado y adquiere su valor en tanto que en todos ellos hay *gasto de fuerza de trabajo* que genera plusvalor¹⁰² para quien generalmente lo introduce en el mercado, la mayoría de veces se trata de una empresa. Es decir, la ciencia está inmersa en el sistema de producción capitalista, donde muchas veces la explotación asociada a la producción se oculta detrás tanto del desarrollo mismo de la actividad como de los resultados o productos que de ella emanan.

Los científicos aportan su fuerza de trabajo y su producto. Mientras los productos entran en la esfera de la circulación de bienes, no importa si los valores sociales que se producen se identifican de inmediato como mercancías o si su contribución a la industria es muy significativa para que se identifique su carácter de fuerza de producción. La producción de conocimiento científico engloba, de un modo muy claro el carácter profundamente social de la producción capitalista y también, el carácter tremendamente individual de su apropiación.

101 Habermas, J. (1984): *Ciencia y técnica como "ideología"*. Madrid, Tecnos, pp. 113-130.

102 Marx, K. (1973), *op. cit.*, p.15.

1.3.1 El conocimiento científico - biológico como mercancía.

Para acercarse a un análisis crítico sobre cómo el conocimiento científico-biológico se ha convertido también en mercancía es necesario comprender antes que es producto de un trabajo, aunque no de cualquier trabajo.

El trabajo es gasto de fuerza, de energía humana en un sentido fisiológico y a partir de esta condición es como se constituye el valor de la mercancía.¹⁰³ Esta definición se aplica a cualquier tipo de trabajo, incluido el que se realiza en y desde la ciencia.

Para producir una *mercancía* es necesaria una determinada cantidad de trabajo, el cual forma parte de una relación social de trabajo. El productor ...

*[...] no sólo tiene que crear un artículo que satisfaga alguna necesidad social, sino que su mismo trabajo ha de representar una parte integrante de la suma global de trabajo invertido por la sociedad. [...] No es nada sin los demás sectores del trabajo, y, a su vez, tiene que integrarlos.*¹⁰⁴

En este proceso de mercantilización capitalista del trabajo y su producto, encontramos sectores laborales bien diferenciados, especializados, pero igualmente explotados en tanto que su fuerza de trabajo es robada en el proceso generador de plusvalor. Y la sustancia generadora de valor es la cantidad de trabajo contenida en la mercancía.¹⁰⁵

El valor de uso es aquel en donde está objetivado o materializado el trabajo humano pero que se convierte en valor y en *trabajo abstracto* ya que el proceso del trabajo queda oculto detrás de las mercancías, las cuales importan e interesan al capitalismo porque cuando se compran y se venden dan ganancias pero además porque detrás de ellas se oculta la explotación de los trabajadores que las producen y que también genera ganancias para el capitalista.

Y se pregunta pues ¿cómo medir entonces la magnitud del valor de una mercancía?

103 Marx, K. (2005), *op. cit.*, p. 57.

104 Marx, K. (1976)[1865]: *Salario, precio y ganancia*, Pekin: Ediciones en Lenguas Extranjeras, pp: 31-32.

105 “*Todo trabajo, por otra parte, es gasto de fuerza humana de trabajo en una forma particular y orientada a un fin, y en esta condición de trabajo útil concreto produce valores de uso.*” Ese fin puede referirse a lo fisiológico o lo espiritual. Marx, K. (2005), *op. cit.*, p. 43.

Por el tiempo socialmente necesario para su producción.¹⁰⁶ Es decir, al quitarle su particularidad social y considerar al valor cualitativo del objeto (valor de uso) sólo en un segundo plano. Así, el objeto como materialización del trabajo, sólo es contemplado como cantidad, o sea, el tiempo o duración del trabajo.

El trabajo medido en fracciones determinadas de tiempo, toma relevancia en muchos sentidos. El trabajo es reducido a mero gasto de energía, de fuerza de trabajo (trabajo abstracto), resultado de un trabajo enajenado en tanto que transforma la relación social del trabajo. Y la transforma porque el trabajo deja de ser “... *expresión vital del propio trabajador, activación de su destreza y habilidad -una activación que depende de su voluntad que es su expresión voluntaria...*”¹⁰⁷ y que también involucra al sujeto colectivo.

En un momento dado, digamos dentro del sistema capitalista de producción, el trabajador productor de mercancías, no sólo produce valores de uso, sino también mercancías que producen valores de cambio y son éstos los que ahora dictan o predominan sobre la “*capacidad de trabajo individual*”¹⁰⁸ y colectivo. El valor de cambio en el capitalismo, subsume al valor de uso ya que éste sólo existe porque es una condición necesaria de las mercancías pero el capitalismo si pudiera, prescindiría de él. De hecho, prescinde de todos los valores de uso que no puede controlar o subsumir y para eso necesita destruir o someter a quienes los generan.¹⁰⁹ Entonces, “...*los valores de cambio de las mercancías no son más que funciones sociales de las mismas y no tienen nada que ver con sus propiedades naturales*”.¹¹⁰

La ciencia y su producto (ideas, tecnologías, teorías, herramientas, técnicas), adquieren también ese valor de cambio que “*se presenta en primer lugar como una relación cuantitativa, proporción en que se intercambian valores de uso de una clase por valores de uso de otra clase.*”¹¹¹ Es decir, en el desarrollo de la ciencia también encontramos mercancías detrás de las cuales hay trabajo explotado.

Bajo la lógica del capitalismo, hay una tendencia a que los científicos desarrollen su

106 *Íbid*, p. 48.

107 Echverría, B.(2005): *Extractos del Manuscrito 1861-1863. La tecnología del capital. Subsunción formal y subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización*. Distrito Federal, Itaca, p. 20.

108 Echverría, B., *op. cit*, p. 22.

109 Jardón Barbolla, L. (2010): La lucha por las semillas: el gris de la conquista y la policromía de la resistencia. *Revista Rebeldía*, 71. Distrito Federal, p. 63.

110 Marx, K. (1976), *op. cit*, p. 31.

Lo que es importante para un agricultor indígena se diferencia de lo que a un agroempresario le interesa de su producción.

111 Marx, K. (1976), *op. cit*, p. 45.

trabajo como algo ajeno a ellos mismos, en tanto que éste es condicionado por presupuestos, tendencias y programas impulsados por el estado o bien por la industria privada. Ajenos a su trabajo porque el producto de este es ensamblado en grandes tendencias o productos cuyo uso es determinado por el capital-neoliberal. Se tiende también a que los científicos tomen distancia entre sí porque aún cuando existe el intercambio de información, existen mecanismos que fomentan relaciones de competitividad que alimentan la fragmentación de las relaciones al interior de éste campo de trabajo.

Paralelamente, se construye una adecuación teórica en donde la justificación de la práctica científica toma cuerpo en un criterio pragmático que postula que lo útil es lo verdadero, por lo tanto: sólo lo que sirve es válido.¹¹² Y se ve traducido a través de los financiamientos a la investigación o bien del sistema de publicaciones ya que está también insertado en la lógica de producción mercantil-capitalista.

La ciencia que se desarrolla y produce desde y para el capitalismo, se ve absorbida o englobada por las dinámicas dominantes de producción, imponiéndole una teleología ajena a la propia formulación, deseo y alcance de quienes la desarrollan e incluso de quienes consumen sus productos. Siendo *válido* sólo aquello en donde el capitalista encuentra en los productos de la ciencia y en el proceso mismo de su desarrollo, la potencialidad de generar plusvalor, ganancia y acumulación. Este fin se encuentra detrás de un velo que cubre también la mano que decide lo que es y no es progreso, lo útil y lo efectivo.

De esta manera, el proceso de trabajo enajenado aparece más claramente porque tras él está la relación del trabajo asalariado-capital, en la medida en que los capitalistas: a) pagan el desarrollo de investigación y b) presionan al estado para que se financie preferencialmente cierto tipo de investigación científica, definiendo el alcance y los fines que sus productos y la ciencia misma tienen.

Veamos ahora, en un nivel más práctico, como esta ideología se materializa a través de una biología reduccionista cuyos productos tienen, a diferente grado, un impacto sobre su objeto de estudio, el maíz y más allá, su entorno social-natural.

112 McAfee, K., *op. cit.*, p. 210.

CAPÍTULO II

SOBRE EL IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DEL MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO

Para el tema que nos ocupa, el desarrollo biotecnológico del maíz transgénico, interesa preguntar si es importante hablar de las relaciones sociales de producción dentro del gremio científico. Si la ciencia forma parte de las actividades sociales de producción, entonces podríamos decir que es también un espacio donde se puede reproducir la división del trabajo existente en una sociedad clasista, jerárquica y autoritaria.¹¹³ Si bien no existe un patrón único en las relaciones entre los diferentes sectores involucrados en el desarrollo científico, es común encontrar relaciones de patrón-trabajador en términos de jefe de laboratorio/investigador y estudiante así como un incremento en los procesos de especialización, fragmentación del conocimiento e investigación y desvinculación interdisciplinaria. Además de que hay una tendencia cada vez mayor a que el investigador se vea subordinado a instancias académico-políticas que condicionan financiamientos y líneas de investigación (como la OMC, FAO, CONACYT, etc).

Al respecto podemos decir también, que además de estas relaciones sociales de producción, encontramos el interés de la inversión económica, tanto pública como privada, en cierto tipo de investigaciones generando lo que llamamos *áreas prioritarias del conocimiento*, donde se busca la satisfacción explícita de las demandas y necesidades del mercado. De este modo encontramos un componente político/ideológico que dicta las pautas y direcciones que algunas áreas de la ciencia deben tomar.¹¹⁴

A partir de estas relaciones es que se plantean distintos acercamientos hacia la problemática e impacto de la biotecnología moderna en México.

Por ejemplo, Bolívar Zapata explica que ...

[...] la biotecnología no es la excepción en los procesos de globalización, y no habrá actividad humana en la que no influya.[...] Se encuentran en camino desarrollos sustentados en técnicas

113 Young, R. (1977): Science is social relations. *Radical Science journal*, No. 5, pp: 65-129. En: <http://human-nature.com/rmyoung/papers/sisr.html>

114 *Íbid.*

*biotecnológicas avanzadas para su aplicación en la agricultura, la salud, el medio ambiente y la industria con importantes repercusiones en la economía mundial.*¹¹⁵

Esta visión forma parte de la relación ciencia-industria que tiene ya su historia. Las empresas han estado interesadas en acercarse a la ciencia, tanto para mejorar la calidad de sus productos y desarrollar nuevos como para encontrar alternativas novedosas que les permitan mejorar sus procesos de producción y fortalecer su posición competitiva en los mercados nacionales e internacionales. El uso y desarrollo de la biotecnología en áreas industriales es ejemplo de ello: las industrias tequilera, del maíz y del pan han contratado proyectos con el sector académico para mejorar su producción.¹¹⁶

Se abre entonces la opción al financiamiento por parte de instituciones privadas quienes se interesan cada vez más por los *recursos naturales* cerrando la brecha entre el sector privado-industria y las instancias académicas. Además de la constante transformación de la naturaleza en mercancía, pasando por un proceso de despojo de tierras, conocimiento y prácticas con el fin de continuar el proceso de acumulación de capital.

La ideología dominante de la que hablamos en el capítulo anterior, va estableciendo el marco conceptual a partir del cual se desarrolla el trabajo científico.¹¹⁷ Es en este contexto que los científicos de diferentes áreas construyen ideas y nociones en torno a diferentes aspectos que se relacionan directamente con el desarrollo, introducción, comercialización e impacto de los organismos genéticamente modificados y más específicamente del maíz transgénico en nuestro país.

Dentro de las discusiones que se han generado alrededor de los organismos genéticamente modificados (OGM), se pueden encontrar varias aproximaciones. En algunos casos ciertos temas son por completo omitidos por algunos científicos mientras que otros son aspectos constantes en los discursos tanto de quienes están a favor como en contra de su liberación, desarrollo y comercialización.

El desarrollo de este capítulo consiste en plasmar algunas de las principales

115 Bolívar, Z. (2002): *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*. Distrito Federal, CONACYT - Fondo de Cultura Económica, p. 27.

116 López-Munguía, A., Quintero, R. y Ramírez, O. (coords.) (2002): *Biotecnología e industria*. En: Bolívar, Z. (2002), *op. cit.*, p. 269.

117 Young, R., *op. cit.*

problemáticas que se han detectado entorno al desarrollo, implementación y comercialización de maíz transgénico a partir del trabajo e investigación de algunos científicos. Centraremos nuestra atención en los siguientes puntos:

I. Del impacto ambiental y en la biodiversidad del maíz (*Zea mays* spp. *mays* L.)

- Impacto en las interacciones bióticas asociadas, directa o indirectamente, a los cultivos de maíz así como en organismos 'no blanco', es decir, aquellos para los que no fue desarrollado el OGM (por ejemplo el caso del impacto sobre la larva de la mariposa monarca *Danaus plexippus*, o bien sobre la *biota* presente en el suelo donde se cultive el OGM).
- Impacto en los parientes silvestres más cercanos del maíz (involucra a varias especies de teocintles, dentro del mismo género *Zea*: *Zea mays* ssp. *parviglumis*, *Zea mays* ssp. *mexicana*, *Zea perennis*, *Zea luxurians*, *Zea diploperennis*, entre otros) y su interacción.
- Introgresión y persistencia del transgen o transgenes en las variedades de maíz presentes en el país y su impacto en la diversidad biológica del mismo.

II. Las patentes, la mercantilización de la naturaleza y el desarrollo de conocimiento

- ¿Porqué y para qué son las patentes?, ¿quiénes las promueven?
- La técnica de ADN recombinante y el desarrollo de la propiedad intelectual y las patentes en el fitomejoramiento de cultivos agrícolas.
- Impacto en los pequeños productores, principalmente campesinos e indígenas.

III. Los OGM's y el desarrollo del país

- Sobre el progreso y la biotecnologización de la agroindustria; el impacto en los pequeños agricultores.

La elección de estos temas se basa en la importancia biológica y social que tiene el maíz en México. Junto con esto, pesa el propio interés por reconocer que el tema del maíz transgénico no es sólo un debate sobre eficiencia tecnológica sino que se ponen en juego aspectos culturales, sociales y políticos que deben ser también analizados.

Desde esta perspectiva se muestra una cara del desarrollo de transgénicos que, sin hacer menos la discusión sobre los riesgos ambientales y directamente su impacto en el maíz,

procura considerar a los campesinos y pueblos indígenas como actores principales desde varios aspectos: 1) en cuanto a su papel determinante en el desarrollo de razas y variedades de este cultivo (selección artificial y domesticación); 2) como sector golpeado directamente por tratados internacionales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) donde los agricultores y productores de maíz no pueden competir con las condiciones de producción en Canadá y Estados Unidos afectando directamente al maíz y su proceso diversificador; 3) la promoción del uso de maíz transgénico conlleva una transformación radical en el modo que cada pueblo indígena y comunidad campesina tiene al sembrar.

2.1 Impacto de la introducción de genes y genomas: entre la panacea y la cicuta

Considerar los riesgos que implica la liberación de maíz transgénico en el ambiente contribuye a modificar la visión de que todo producto de la ciencia se caracteriza por ser resultado de un proceso lineal, de causa-efecto, en donde si bien existe un cierto “control” de diferentes variables, mientras predomine una visión reduccionista del problema, habrá otros elementos que no serán considerados.¹¹⁸

Algunos investigadores se refieren a la biotecnología moderna, particularmente a las técnicas de ADN recombinante como una tecnología más, que sigue a modo de continuación con las diferentes maneras en que los humanos hemos modificado el ambiente así como a los organismos. Luis Herrera-Estrella, por ejemplo, comenta que los objetivos principales del fitomejoramiento¹¹⁹ siguen siendo hoy en día: aumentar el rendimiento, disminuir las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades y reducir los costos de producción. No obstante, ahora también se tiene interés de emplear los cultivos agrícolas para generar productos de alto valor agregado para usos en la industria química, alimenticia y farmacéutica.¹²⁰

Claramente, las necesidades de hace 100 años son diferentes a las de hace 500 y a las que

118 Levin, S. (1990): Ecological issues related to the release of genetically engineered organisms into the environment. En: Bernardi, G. y Mooney, H. (1990): Introduction of Genetically Modified Organisms into the environment, *SCOPE 44*, Gran Bretaña, Biddles Ltd, p. 151.

119 El fitomejoramiento tiene sus bases en los experimentos realizados hace más de un siglo por Gregorio Mendel, en los que concluyó que las características de los organismos están dadas por factores discretos heredables (genes), y no son resultado, como se creía anteriormente, de la mezcla azarosa de las cualidades de los progenitores. Herrera Estrella, L. y Martínez Trujillo, M. (2004): Plantas transgénicas: potencial uso actual y controversias. En: Muñoz Rubio, J. (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI-CEIICH, UNAM, p. 29.

120 Herrera -Estrella, L. y Martínez Trujillo, M. (2004), *op. cit.*, p. 30.

hoy pueden tener diferentes fitomejoradores. El modo en que el ser humano ha usado o transformado la naturaleza no es igual en el tiempo ni en el espacio, ni son tampoco los mismos intereses los que lo motivan.

La intervención del ser humano sobre la naturaleza es un hecho innegable en tanto que forma parte de ella, la diversidad de cultivos es prueba de ello. Cómo se relaciona con ella, cómo la transforma, cuáles son los motores que lo llevan a transformarla y cuál es el impacto que este cambio tiene sobre ella y el resto de los seres humanos¹²¹, es lo que en parte determina si su intervención resulta en una panacea o bien en resultados que a corto, mediano o largo plazo signifiquen de alguna manera la muerte.

Conforme el conocimiento y la tecnología se van desarrollando a modo del sistema de relaciones de producción vigente, va cambiando el tipo de interacción y el nivel de impacto que tiene el ser humano sobre la naturaleza.

2.1.1. Niveles de impacto

Antes de continuar, considero importante mencionar algunos aspectos generales de la configuración técnica de los transgénicos, ya que están directamente relacionados con sus efectos e impactos, sobre todo agroecológicos.

Recurro a un análisis propuesto por Álvarez-Buylla y Piñeyro¹²², donde se pueden reconocer distintos niveles de riesgo e incertidumbre: 1) la construcción recombinante o transgénica, la cual incluye el o los genes que codifican para las proteínas objeto de la biotecnología, así como las secuencias reguladoras que determinan en dónde y cuándo se expresará dicho gen; 2) el contexto genómico y proteómico, así como el fondo genético de la planta receptora, en el cual se integrará la construcción recombinante y del cual dependerá el efecto fisiológico o morfológico del transgen; 3) el contexto ambiental en el cual se usará la planta transgénica; 4) el contexto agrícola-tecnológico de la zona o país en donde se liberará el transgénico; 5) el contexto socioeconómico.

121 Para fines de este capítulo conviene partir de este planteamiento, sin embargo, es importante e interesante plantearse lo opuesto, es decir, que la naturaleza forma parte del ser humano, que sólo existe en tanto que *naturaleza humanizada* la cual se despliega ante nosotros como parte de nuestra existencia activa-colectiva; en el siguiente capítulo ampliaré un poco más esta propuesta.

122 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (2008): Riesgos y peligros de la dispersión de maíz transgénico en México. *Revista Ciencias, Número 92-93*, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, pp: 82-96.

1) Construcciones recombinantes de maíz

La utilización de promotores moleculares, en particular el 35s del virus del mosaico de la coliflor¹²³ provoca una expresión constante del gen bajo su acción. Este promotor es una secuencia aislada de un virus que provoca la enfermedad del mosaico en la coliflor.

Una de las incertidumbres y riesgos potenciales a partir del uso de este promotor, surge del hecho de que es un promotor de origen viral y los virus nunca transfieren sus secuencias promotoras a los genomas de las plantas o animales que infecta. Sin embargo, este promotor ha sido progresivamente modificado para expresarse de manera constitutiva e independiente del contexto genómico en el que se encuentre, activando y dirigiendo la expresión de genes que estén río abajo del sitio de inserción de la construcción transgénica que lo contiene, genes endógenos o del propio organismo transformado genéticamente.¹²⁴

2) Contexto genómico

Álvarez-Buylla y Piñeyro resaltan los riesgos derivados de que una construcción transgénica se fragmente al ser introducida en una planta. Esto ocurre sobretodo con métodos de transformación por medios físicos como la biobalística, el cual es muy usado en la transformación de maíz. En caso de fragmentación, las secuencias exógenas se quedan dispersas dentro del genoma pudiendo interferir con la expresión de un gen si son insertadas dentro de su secuencia codificante, lo cual anularía la expresión de un gen funcional. Otro efecto a este nivel, sucede cuando los fragmentos de la construcción recombinante son secuencias reguladoras -promotores u otros *enhancers*- que están lo suficientemente cerca de un gen endógeno como para modificar su expresión. O bien cuando el efecto de un gen en el fenotipo -conjunto de rasgos fisiológicos o morfológicos de un ser vivo- dependen del contexto genómico en el cual se encuentra dicho gen.

Este nivel de análisis expone el hecho de que aún no ha sido posible controlar el sitio de inserción de un transgen y de su efecto sobre el mismo contexto genómico. Sin embargo, se dice que “*las técnicas de ADN recombinante no se diferencian a otras técnicas usadas en el*

123 Esta secuencia promotora es una secuencia reguladora de la expresión de un gen que dada su eficiente y alta expresión en todo tipo de tejidos durante las etapas del desarrollo de las plantas -expresión ectópica y constitutiva- ha sido el promotor más utilizado en la transformación genética de plantas. En el caso del maíz ha sido utilizado en más de 85% de los eventos de maíz transgénico liberados al ambiente y muchos de ellos comercializados en diferentes partes del mundo. Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op cit*, p. 86.

124 En el caso de plantas, se han documentado casos en donde el promotor 35S ha activado ectópicamente un gen endógeno o ha silenciado los propios transgenes que dirige u otros genes de la planta receptora. *Ibid*.

pasado, salvo por la habilidad de llevar a cabo modificaciones más precisas y efectivas.”¹²⁵

Cuando se encuentran variedades cultivadas y silvestres interfértiles con las transgénicas, como sería el caso del maíz en México, el riesgo de efectos no deseados puede tener implicaciones, como veremos más adelante, con relación también al flujo y persistencia de transgenes en los campos mexicanos.¹²⁶

3) Contexto fisiológico

Señalan que las proporciones y cantidades de proteínas producidas por una planta transgénica en comparación con su aislina no transgénica puede variar. Con relación a este punto no hay muchos estudios, por ejemplo, no se sabe qué efectos e interacciones ocurrirán cuando se acumulen varios transgenes en una misma planta. Sin embargo, esto es plausible para México donde podría ocurrir polinización cruzada repetida con varias líneas transgénicas distintas.¹²⁷

4) Escala agroecológica

Estos riesgos e incertidumbres están relacionados con el hecho de que México es el centro de origen y diversificación del maíz, así como de diferentes especies de teocintle con los que se puede entrecruzar. También está estrechamente vinculado a las formas y métodos de siembra que en el caso de México se caracteriza por ser un complejo mosaico de cultivos en la milpa, donde el frijol, la calabaza y otras plantas forman parte de las especies que acompañan al maíz. La milpa es un sistema agroecológico complejo, robusto y sustentable que asegura un abasto diverso de alimentos complementarios de elevada calidad nutricional y que se puede ver seriamente afectado por la introducción de cultivos transgénicos. Además de otros aspectos culturales que resaltaré en el siguiente capítulo.

5) Contexto socio-económico

El riesgo de flujo génico y con ello los otros riesgos y peligros intrínsecos a los niveles antes mencionados es muy grande. El impacto a este nivel se expresa en la pérdida de

125 Herrera-Estrella, L. (2004a): Plantas transgénicas. En: Bolívar, F. (Comp. y ed.) (2004): *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México, p. 190.

126 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op. cit.*, p: 88.

127 La generación de líneas transgénicas con 3 o más transformaciones ya son un hecho. Por ejemplo, Monsanto anunció para el 2010 la liberación de un maíz (*Smart Stax*) con ocho transformaciones, el cual aseguran, dará más protección a maíces de ciclos más largos. En: www.Monsanto.com/

costumbres, prácticas y saberes que forman parte de diferentes culturas.

Una vez planteadas las implicaciones directamente relacionadas con la manufactura técnica del transgénico enfocaré mi análisis sobre todo a los puntos 4) y 5) considerando las implicaciones anidadas¹²⁸ con los puntos anteriores a éstos.

2.2 Del impacto del maíz transgénico sobre el ambiente y la biodiversidad del maíz *Zea mays* spp. *Mays* L.

En 1994 se firmó el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá. A partir de este tratado aumentó considerablemente la importación de maíz proveniente de Estados Unidos a nuestro país.

Para 1995¹²⁹ ya se había liberado maíz Bt¹³⁰ a nivel comercial en Estados Unidos, llegando muy probablemente a nuestro país más tarde dado que no existió ni existe ninguna regulación, control o requisito de segregación ni etiquetado para indicar el tipo de maíz que se importa.¹³¹

En 2002, ante la solicitud de 21 organizaciones sobre todo campesinas e indígenas de México expresando su preocupación por la presencia de maíz transgénico en Oaxaca (en 2001 se reportó la presencia de maíz transgénico en la Sierra Norte de este estado, generando polémica y debate en el ámbito científico y asombro y preocupación entre los habitantes de la zona)¹³², la Comisión de Cooperación Ambiental¹³³ (CCA) realizó un informe llamado *Maíz y*

128 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op. cit.*, p: 84.

129 Piñeyro, A. (2007): “*Restricciones analíticas de las técnicas de biomonitorio de Organismos genéticamente modificados de uso agrícola: estudio de caso de muestras de maíz procedentes de la Sierra Norte de Oaxaca*”. Tesis de licenciatura, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, p. 31.

130 El maíz Bt es producto de la inserción de genes provenientes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en la cadena de ADN del maíz. El nombre de maíz Bt surge del nombre científico de la bacteria, la cual produce una proteína paraesporal llamada *Cry*, que puede tener efectos tóxicos en algunos organismos como lepidópteros, coleópteros, dípteros, himenópteros, ácaros y algunos invertebrados.

131 De Ita, A. (2004): Maíz transgénico en México: apagar el fuego con gasolina. En: Muñoz Rubio, J. (Coord.) (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM, pp: 251-252.

132 Quist D. y Chapela, I. (2001): Transgenic DNA introgressed into traditional maize land races in Oaxaca, Mexico. *Nature* 414, pp: 541-543.

133 “*La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) fue creada por México, Estados Unidos y Canadá en 1994, cuando entró en vigor el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN). La CCA tiene como visión contribuir a la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente de América del Norte a través de la cooperación y participación ciudadana. En el contexto de los crecientes vínculos económicos, comerciales y sociales entre los tres países, la CCA trabaja para beneficio de las*

biodiversidad. Efectos del maíz transgénico en México. Conclusiones y recomendaciones, publicado en 2004, en donde estuvieron involucrados varios científicos de los tres países firmantes del TLCAN.

Dentro de este informe, Alvarez-Buylla aborda aspectos relacionados con el impacto del maíz transgénico en el ambiente:

[...] *en términos ecológicos, los riesgos hasta ahora más discutidos de la liberación de transgénicos al ambiente son los que derivan del movimiento no intencional de los transgenes a poblaciones -de variedades tanto cultivadas como silvestres- para las cuales dichas transformaciones genéticas no fueron diseñadas [...].*¹³⁴

Además de que se pueden presentar efectos *pleiotrópicos*¹³⁵, los cuales ocurren en los genomas de todos los organismos.

Entre los maíces genéticamente modificados que se han desarrollado hasta la fecha encontramos aquellos que presentan la característica de tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos. En el mundo 9% del maíz sembrado presenta esta característica y el 16% del maíz sembrado a nivel global¹³⁶, seguidos por cultivos con genes en *tándem* para ambas

generaciones presentes y futuras". Comisión de Cooperación Ambiental, (2004): *Maíz y biodiversidad. Efectos del maíz transgénico en México. Conclusiones y recomendaciones*, Québec, p. 2.

En: <http://www.cec.org>

Valdría preguntarse cómo y quiénes de la ciudadanía han participado en "*la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente de América del Norte*" y si realmente se trabaja pensando para "*beneficio de las generaciones presentes y futuras*", o si estas generaciones, al encontrarse divididas en clases sociales, aquellas dueñas del dinero, son las que suelen importar al gobierno.

134 Álvarez-Buylla, E. (2004a): Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico. Para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Como parte de la Iniciativa del Artículo 13: *Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México*, Québec, p. 2.

135 "*Una mutación pleiotrópica es un sólo cambio genético que afecta a más de un rasgo fenotípico*". Campbell, A. (1990): Epistatic and pleiotropic effects on genetic manipulation. En: Bernardi, G. *et al. op. cit.*, p. 27.

Dentro de la manipulación genética de los organismos, en muchas ocasiones se consideran como efectos no esperados o colaterales. Este fenómeno puede ocurrir por diferentes razones: el gene puede expresarse (transcribirse y traducirse) en muchos tejidos diferentes; puede inducir un paso en particular dentro de alguna reacción bioquímica, produciendo más de un producto; puede afectar un tejido que afecte epigenéticamente el desarrollo de otro órgano. Futuyama, D. (1998): *Evolutionary biology*. Massachusetts, Sinawer Associates, p. 55.

136 Barfoot, P. y Brookes, G. (2006): *GM Crops: The first ten years -Global Socio-Economic and Environmental Impacts. Resumen Ejecutivo Número 36 del Servicio Internacional para las Adquisiciones*

características.¹³⁷

En 2008 las mayores empresas mundiales de semillas y productos agroquímicos acumularon patentes sobre genes de plantas que se comercializan como cultivos modificados genéticamente para resistir presiones ambientales tales como sequía, calor, frío, inundaciones, suelos salinos entre otros.

Recientemente, Monsanto, BASF, Syngenta, DuPont y otros gigantes agroempresariales han presentado 532 solicitudes de patentes sobre genes llamados *resistentes al clima*.¹³⁸ Igualmente encontramos los cultivos modificados para producir bioenergéticos, medicamentos (antibióticos y vitaminas) e incluso polímeros.

De acuerdo al *Servicio Internacional para las Adquisiciones de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, ISAAA)*, 59% del maíz en Estados Unidos está formado por cultivos *Round up Ready*. Estas iniciativas se promueven como alternativas que pueden representar una solución y una alternativa, respectivamente, ante el inminente cambio climático.

Estos transgénicos, se proponen como la solución a problemas como la crisis alimentaria, petrolera y climática, es decir, estas crisis se conciben como problemas meramente técnicos, haciendo a un lado tanto las causas de fondo como las consecuencias o posibles efectos ambientales, sociales, económicos y políticos de las soluciones que se proponen para resolverlos.

Dentro de la discusión particular respecto al maíz transgénico, se han señalado aspectos asociados a la producción y consumo de la semilla. Es importante no perder de vista el impacto del maíz transgénico sobre la diversidad y ecología del maíz ya que asociado a él están los pueblos indígenas y comunidades campesinas. Esta semilla es uno de los tantos elementos que han contribuido a la construcción de una identidad colectiva y de la autonomía alimentaria.

de Aplicaciones Agrobiotecnológicas. Nueva York, ISAAA, p. 5. En: www.isaaa.org

137 Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 29.

138 Grupo ETC. (2008): *El patentamiento de los “genes climáticos”... y la apropiación de la agenda climática*. En: <http://www.etcgroup.org>

2.2.1 Impacto en las interacciones bióticas asociadas, directa o indirectamente a los cultivos de maíz

Como ya se ha ido mencionando, el impacto del maíz transgénico y de los transgénicos en general, tiene varios niveles, entre los que destaca el ecológico.

Para efectos de este trabajo, me enfocaré en analizar bibliografía que se centra en:

- i. Efectos causados por la expresión de toxinas que pueden dañar insectos que no son plagas para el cultivo (especies no blanco).
- ii. Evolución de insectos resistentes y generación de nuevas plagas.
- iii. Generación de malezas (supermalezas) por resistencia a herbicidas y plagas.

i. Efectos causados por la expresión de toxinas que pueden dañar insectos que no son plagas para el cultivo (especies 'no blanco')

Uno de los riesgos que ha sido discutido ampliamente es la afectación de insectos no blanco y la microbiota del suelo a partir de la introducción de maíces transgénicos como el maíz Bt.

Esto puede ocurrir en varios niveles: debido al consumo de proteínas *Cry*¹³⁹ que contiene la planta o de los exudados de las raíces de la planta transgénica. También podría modificarse la cadena trófica en los agroecosistemas por la eliminación de los insectos blanco, así como por la adquisición de resistencia de estos hacia las diferentes versiones de proteínas *Cry*¹⁴⁰ como se verá más adelante.

El maíz Bt fue diseñado en su momento, específicamente para controlar al barrenador del maíz, *Ostrinia nubilabis*, la plaga más importante de Estados Unidos y Canadá, pero que en México no está presente. En México, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* es una de

139 Una proteína *Cry* es cualquier proteína paraesporal de *Bacillus thuringiensis* (Bt)t que muestre un efecto tóxico hacia algún organismo, verificable por medio de bioensayos o cualquier proteína que muestre similitud con las proteínas *Cry*. A la fecha las proteínas *Cry* están agrupadas en 28 grupos y varios subgrupos. Cada grupo muestra una especificidad muy grande hacia ciertos tipos de insectos como lepidópteros (mariposas), coleópteros (escarabajos), dípteros (mosquitos), himenópteros (hormigas), ácaros y también contra otros invertebrados como nemátodos, gusanos planos y protozoarios. Bravo, A., Gill, S. y Soberón, M. (2007): Mode of action of *Bacillus thuringiensis* *Cry* and *Cyt* toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4): 423-435.

Esta línea fue liberada al ambiente a escala comercial en Estados Unidos bajo el nombre de NaturGard® comercializado por Syngenta Seeds Inc. en 1995, como ya se mencionó. Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 31.

140 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op. cit.* p. 91.

las plagas más frecuentes y la toxina del Bt no lo controla.¹⁴¹ Esto habla de que las innovaciones tecnológicas desarrolladas para un país o una región, no necesariamente funcionarán en otro lugar, sobre todo si la lógica que rige su desarrollo es exclusivamente económico.

De acuerdo a Álvarez-Buylla, el maíz Bt resistente a insectos es de los maíces transgénicos más disponibles comercialmente y de los que más se han adoptado, sin embargo, las proteínas (*CryIAb/Ac* y *CryIc*) no son eficaces tampoco para el control de las plagas de maíz mexicano como *Manduca Sexta*.¹⁴²

Además de que aún cuando no afecte al gusano cogollero, sí podría tener un algún efecto sobre otros insectos que no son necesariamente una plaga.

El caso más estudiado corresponde al posible efecto nocivo de la toxina Bt (*CryIAb*)¹⁴³ en la mariposa monarca *Danaus plexippus* específicamente en su estadio larvario. A partir de un estudio realizado en 1999¹⁴⁴ se presentaron evidencias de que el polen de maíz transgénico depositado sobre las hojas de las asclepias (*Asclepia curassavica*) de las que se alimentan las larvas de la mariposa monarca, afectaba significativamente la sobrevivencia y crecimiento de las larvas de esta mariposa en condiciones de laboratorio; se han hecho también estudios de campo para ver los efectos en estas condiciones. Hasta ahora “... *el resultado general más importante es que los efectos dependen de los niveles de la exposición y del suceso del que se trate (de la variedad específica de Bt) ...*”.¹⁴⁵

141 De Ita, A., *op. cit.*, p. 255.

En México, encontramos principalmente el ya mencionado gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, especies del género *Agiotes* sp., principalmente en el sureste del país, gusano alfilerillo del maíz *Diarotica virgiferazeae* en los altiplanos de Jalisco y Estado de México, gallinita ciega *Phyllophaga* sp., gusano trozador *Agrotis ipsilon*, gusano del fruto o elotero *Helicoverpa zea*, *Heliolithiz zea*, entre otros. En: www.bayercropscience.com

La Dra. Alejandra Bravo, del Departamento de Microbiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la UNAM, ha encontrado que los genes *CryIe* y *CryIf* localizados en cepas de *Bacillus thuringiensis* en la región tropical del país son tóxicos para insectos del género *Spodoptera*.

142 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op. cit.*, p.92.

143 Esta proteína es una δ -endotoxina letal producida por, *Bacillus thuringiensis*, la cual forma cristales que se solubilizan en el intestino medio de algunos insectos como es el caso del gusano barrenador europeo -la larva del lepidóptero *Ostrinia nubilabis*. Una vez solubilizadas, estas toxinas se activan y se pegan a las membranas de las células columnares presentes en el intestino formando canales iónicos que provocan la ruptura de las células epiteliales y como consecuencia la muerte del insecto. Álvarez-Buylla, E. (2004a), *op. cit.*, p. 6.

144 Álvarez-Buylla, E. (2004b). Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico. En Muñoz Rubio, J. (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI-CEIICH, UNAM, p.197.

145 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. 198.

Esta toxina se ha utilizado como insecticida microbiano¹⁴⁶ incluso en la agricultura orgánica, debido a que se degrada rápidamente. Al parecer los tiempos de permanencia de las proteínas *Cry* en el ambiente son muy cortos. Por ello la toxina de Bt ha sido utilizada como una alternativa compatible con el medio ambiente para el manejo de plagas agrícolas. Por ello, los promotores del desarrollo de cultivos transgénicos resistentes a plagas mediante la expresión de Bt, se basan en lo anterior para justificar su uso.¹⁴⁷

Sin embargo, hay que mencionar que las condiciones en las que se utiliza esta proteína en los últimos 30 años no son las mismas a las que se promueven hoy en día con el uso de este tipo de transgénico ni se ocupa del mismo modo.

Si no se usan las prácticas adecuadas pueden aparecer plagas resistentes al Bt. Aunque esto puede ocurrir incluso con el uso tradicional de Bt, la presentación y los tiempos de exposición entre este uso y el que se le da a través de organismos transgénicos puede hacer la diferencia. Esto se debe a que los transgénicos Bt pueden usarse indiscriminadamente exponiendo la plaga por más tiempo y más directamente a la toxina (al estar dentro de la planta y no por fuera de ella) que la que se tiene con prácticas menos extensivas.

La endotoxina *Cry*, estando en el maíz se solubiliza en el citoplasma y no se solidifica en cristales¹⁴⁸ como sucede cuando se rocía las plantas de modo externo impactando directamente sobre el insecto.¹⁴⁹ La expresión de la proteína *Cry* en las plantas de maíz es constitutiva, es decir, toda la planta la produce todo el tiempo.¹⁵⁰ Esto puede, al menos potencialmente, llegar a producir volúmenes muy grandes de la misma, pudiendo haber un efecto nocivo en los productos utilizados para consumo humano y por consiguiente en nuestra salud.

Gran parte del maíz blanco que se produce en México se consume en forma de tortilla

146 Las toxinas Bt se han utilizado como bioinsecticidas en agricultura durante los últimos 40 años, principalmente en cultivos de hortalizas y cereales y se aplicaba con aspersores. Se ha estimado que el 2% del mercado mundial de pesticidas se abastece con biopesticidas, en el que Bt domina el 95% de las ventas. Bravo, A., Gill, S. y Soberón, M. (2007): Mode of action of *Bacillus thuringiensis* *Cry* and *Cyt* toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4), pp: 423-435.

147 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. 196.

148 *Bacillus thuringiensis* es una bacteria que produce cristales paraesporales que son patógenos a insectos y algunos otros organismos y se producen durante la esporulación de esta bacteria Gram⁺. Moulder, C., *et al.* (2007): Transgenic maize containing the *Cry1Ab* protein ephemerally enhances soil microbial communities, *Ambio*, 34 (4), p. 359. En: <http://ambio.kva.se>

149 Oliveira, A., *et al.* (2008): A two-year field study with transgenic *Bacillus thuringiensis* maize: effects on soil microorganisms, *Science of the total environment*, 405, p. 351. En: www.sciencedirect.com

150 Además, las toxinas pueden acumularse por varios meses en el suelo después de la cosecha y el arado del tallo o caña. Moulder, C., *op. cit.*, p. 359.

y muchos otros platillos, por lo que cabe preguntarse cuál sería el impacto, en términos de salud si se llega a encontrar esta proteína en éste y muchos otros maíces que también son consumidos y que podrían, a través del flujo génico, adquirir esta característica.

Aún cuando no se tienen datos consistentes, se puede decir que la presencia de este tipo de transgénico en México puede tener consecuencias tanto en las poblaciones de insectos como en los distintos ecosistemas del país.

ii. *Evolución de insectos resistentes y generación de nuevas plagas*

Álvarez-Buylla argumenta que si ocurre el flujo no intencional de los transgenes que expresan la toxina Bt a poblaciones no sujetas a regulación, se pueden originar plagas de insectos que serán difíciles de controlar, haciendo necesario el uso de otros insecticidas más potentes.¹⁵¹

La aparición de resistencia en los insectos controlados por el insecticida Bt así como por cultivos que presentan esta toxina es un tema que debe considerarse. Lamentablemente el sobreuso de pesticidas y biopesticidas puede devenir en la pérdida de genes susceptibles a los mismos y el uso incorrecto de estos recursos puede derivar en una presión de selección que resulte en la determinación casi exclusiva de genes de resistencia, que permitiese que una plaga sea inmune al control.¹⁵²

Las plantas Bt presentan un estrecho rango de huésped, es decir, su alta especificidad ocasiona que no se cuente con toxinas para cada plaga que afecta a los diferentes cultivos dentro de la agricultura tanto masiva y homogénea, como suelen ser las grandes extensiones comerciales, ni para la agricultura de pequeña escala.¹⁵³ Una toxina puede ser activa para los estadios larvarios, pero disminuir o incluso no ser tóxica para los adultos e igualmente puede afectar organismos que no son el blanco específico de la toxina.

Por lo tanto, los tiempos y formas de aplicación deben ser cuidadosamente elegidos. Si como argumentan Bravo y Soberón¹⁵⁴, los transgénicos Bt son altamente específicos, entonces su uso y aplicación no tiene sentido en México pero si Álvarez-Buylla¹⁵⁵ tiene razón sobre el

151 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p.196.

152 Pengue, W., (2000): *Cultivos transgénicos. ¿Hacia dónde vamos?* Buenos Aires, Lugar Editorial, pp: 137-138.

153 Bravo, A., Gill, S. y Soberón, M. (2007), *op. cit.*, pp: 423-435.

154 *Ibid.*

155 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. :197.

posible impacto en especies no blanco, entonces hay varias especies de insectos que podrían verse afectados. Vemos entonces que aún cuando no hay consenso sobre la especificidad de las plantas Bt, esto no debe significar que la posibilidad de riesgo haya disminuido y por lo tanto que su aplicación y comercialización sean viables en términos ecológicos.

Con la creación de plantas transgénicas que producen sistemáticamente la toxina *Cry*, haciéndola accesible a insectos barrenadores y chupadores que se alimentan directamente de la planta, existe también el riesgo de generar resistencias en los insectos por el incremento en el uso de Bt en plantas que expresen constitutivamente una o varias toxinas *Cry*.¹⁵⁶ Esto podría sustituir gradualmente a las poblaciones sensibles por otras resistentes, con lo cual se vería reducida la efectividad del bioinsecticida.

Y es que en condiciones naturales, hay un proceso en el cual los insectos que se alimentan de plantas pueden generar resistencia a ciertos compuestos químicos producidos por la planta de manera natural o a partir de la modificación genética humana, es decir, por selección artificial.

Generalmente ocurre una carrera evolutiva entre las poblaciones de plantas y poblaciones asociadas de insectos en las que se seleccionan los individuos que superan los mecanismos de defensa de las plantas. Esto promueve la evolución de nuevas formas de resistencia en las plantas y a su vez, nuevas variantes de insectos resistentes.¹⁵⁷

Sin embargo, la escala temporal a la que ocurre en la naturaleza es mucho más grande en comparación con los tiempos que un agricultor espera al modificar de alguna manera su cultivo y aún más largos comparados con los tiempos dictados por el mercado capitalista y agroindustrial.

Como ejemplo podemos mencionar al DDT¹⁵⁸, que como intervención tecnológica

156 Bravo, A. y Soberón, M. (2007), *op. cit.*, p. 425.

157 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. 197.

158 El DDT es un compuesto organoclorado presente en los insecticidas, muy utilizado durante el siglo pasado. El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) planteó en 2005, durante la primera reunión del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, la eliminación de 12 compuestos considerados “*plaguicidas y productos químicos industriales peligrosos que pueden matar a la gente, producir daños en el sistema nervioso e inmunológico, provocar cáncer y desórdenes reproductivos, así como perturbar el desarrollo normal de lactantes y niños*”, entre los cuales se encuentra el DDT. El DDT está clasificado como altamente tóxico y tiene una duración de décadas antes de degradarse; además, se evapora pudiendo desplazarse distancias a través del aire y el agua. Este tóxico se acumula en el tejido adiposo de los seres humanos y las especies silvestres. Unidad de Informaciones de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2005).
En: www.pnuma.org

introducida por la *revolución verde*¹⁵⁹, ha mostrado durante el último siglo que la velocidad de esta carrera puede tornarse, al menos, difícil de controlar e incluso desfavorable para la ecología de los ambientes agrícolas y la salud humana. O bien, convertirse en esa *rueda sin fin* de pesticidas, refiriéndonos al proceso en el que la presión de selección que constituyen los pesticidas fija las características de resistencia en las poblaciones de plagas, generando *superplagas* a las que se les combate con pesticidas más potentes que vuelven a depurar las poblaciones de la plaga sin que se resuelva el problema.¹⁶⁰

Bajo este contexto entonces, hoy los promotores de la biotecnología transgénica consideran que los transgénicos resuelven las *deficiencias genéticas* a partir de descubrir defensas moleculares (como *buena naturaleza*) contra amenazas externas (*mala naturaleza*)¹⁶¹, creyendo así que habrá un menor impacto ambiental y resultados más efectivos. Pero la realidad parece ser mucho más compleja que esto.

iii. *Generación de malezas por resistencia a herbicidas y plagas (o también conocidas como supermalezas y superplagas*

Otra de las preocupaciones relacionadas al flujo génico y su persistencia en las poblaciones de maíz, es la posibilidad de generar malezas resistentes a los herbicidas utilizados en el desarrollo de plantas con tolerancia a herbicidas (principalmente glifosato y glufosinato de amonio)¹⁶² y de plagas resistentes a los insecticidas producidos directamente desde la planta (maíz Bt).

159 Con el desarrollo del maíz híbrido se impulsaron muchas otras ramas en el sector generador de insumos en la agricultura. Desde 1940, este maíz se desarrolló para un sistema de manejo específico el cual presupone la aplicación de agroquímicos y el uso de maquinaria. La maquinización y la tecnología química asociada a las nuevas variedades de maíz, aceleraron el vicioso ciclo de la innovación: aumento en la producción, disminución de precios, más innovación. Los programas de mejoramiento del maíz y su hibridación se impulsaron en México y buena parte de Centro y Sur de América a partir de 1951. La revolución verde fue desarrollada por científicos norteamericanos que trabajaban para los International Agriculture Research Center (IARC) financiados por las fundaciones Rockefeller y Ford. Kloppenburg, J. (2004): *First the seed. The political economy of plant biotechnology*. Wisconsin, Cambridge University Press, pp: 116-123.

160 Levidow, L. (2004): ¿Democratizando la tecnología o tecnologizando la democracia? Respuestas europeas a los cultivos transgénicos. En Muñoz Rubio, J. (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI-CEIICH, UNAM, pp: 286-287.

161 *Ibid.*

162 El glifosato es un herbicida persistente. De acuerdo a Monsanto, se necesitan 140 días para que la mitad del producto aplicado a los suelos agrícolas se degrade. El herbicida promovido por esta misma empresa, y al cual responde el maíz tolerante a herbicida, de nombre *Round Up Ready* está hecho a base de glifosato. De Ita, Ana, *op. cit.*, p. 256.

La agricultura que practican la mayor parte de las comunidades y pueblos campesinos e indígenas en nuestro país se diferencia de la de otros países como Estados Unidos, principal productor de organismos transgénicos, al ser siembra tipo policultivo, es decir, la siembra de maíz se acompaña de otros cultivos como frijol y calabaza, mientras que en aquel país se ha promovido intensamente la siembra de monocultivos.

Lo que en algún momento significó elegir qué planta es o no una maleza, así como el trabajo manual de retirarla, fue sustituido por el uso de herbicidas con la llegada de la revolución verde y los paquetes tecnológicos de herbicidas, fertilizantes y plaguicidas, los cuales debían de ser dosificados con el fin de no matar al cultivo o cultivos de interés para el campesino.

Introducir una planta que resiste el herbicida incorporado por el agricultor, tiene varias implicaciones: la necesidad de dosificar la cantidad que se agrega al cultivo pierde importancia; al igual que la relación planta-insecto, las plantas-maleza pueden ir generando cierta tolerancia al químico, obligando al agricultor a tener que usar una mayor cantidad de herbicida pudiendo afectar directamente sobre la salud del campesino al manejar altas concentraciones de estos compuestos sin protección (como sucede generalmente en nuestro país); implica un mayor gasto en tanto que debe comprar más o probar diferentes productos, o bien se condiciona al campesino a comprar tanto la semilla resistente como el herbicida con el fin de tener mejores resultados.

Esta forma de operar resulta en un negocio redondo para las compañías como Monsanto ya que la semilla está adaptada para tolerar, específicamente el herbicida *-RoundUp Ready* a base de glifosato- que produce esta misma compañía.¹⁶³

Además puede elevar la concentración del compuesto en el cultivo afectando la calidad nutricia del mismo e impactando directamente en la salud de todos los consumidores o bien puede haber rastros que queden en el suelo y afectar la calidad del mismo y la microbiota que en él habita.

Desde otro punto de vista, se plantea que utilizar semillas genéticamente mejoradas simplifica el proceso de producción agrícola ya que se requieren menos plaguicidas y fertilizantes químicos y que con ello mejora también la capacidad productiva de los agricultores con limitada capacidad económica y capacitación.¹⁶⁴ Lo anterior debido a que al

163 *Íbid.*

164 Bosch, P. (2002): Importancia de la biotecnología para la economía mexicana. En: Bolívar, F. (2002):

disminuir los insumos también disminuye la inversión y la necesidad de financiamientos, aumentan los rendimientos por hectárea y de este modo se beneficia a campesinos con pequeñas parcelas, sobre todo en el centro y sur del país.¹⁶⁵

Cabría preguntarse cómo es que se benefician los pequeños productores si generalmente las compañías que promueven el uso de agroquímicos son las que también ahora promueven el uso de semillas transgénicas, ofreciendo el paquete tecnológico completo, ocasionando gastos anuales ahora también por la compra de semilla transgénica. La dependencia de los campesinos hacia la semilla se traduce en más ganancias para las agroindustrias.

Para 2007, las 10 mayores agroempresas poseen 55 por ciento del mercado mundial, pero entre tres -Monsanto, DuPont y Syngenta- acaparan 44 por ciento.¹⁶⁶

A nivel global, Monsanto es la principal empresa de semillas comerciales y la quinta en agrotóxicos, Bayer es la primera en agrotóxicos y la séptima en semillas, Syngenta la segunda en agrotóxicos y la tercera en semillas, DuPont la segunda en semillas y la sexta en agrotóxicos. Junto a BASF y Dow (tercera y cuarta en agrotóxicos), estas seis empresas controlan el total de las semillas transgénicas en el mundo.¹⁶⁷

La situación del campo, la problemática del hambre y la nutrición, y el tema del uso de la agrobiotecnología parecieran ser sólo un pretexto para continuar desarrollando innovaciones tecnológicas que fomentan una agricultura aún más industrializada y dependiente.

Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI. Retos y oportunidades. Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica y CONACYT, p. 37.

165 *Íbid.*

166 Hace algo más de una década, las empresas que producían agrotóxicos -como Monsanto, Dow, Bayer, DuPont y otras- comenzaron a comprar intensivamente a las semilleras. De esta forma promovieron la venta de semillas y agrotóxicos de la compañía en paquete. Ribeiro, S. (2007): El imperio de Monsanto y la destrucción del maíz. *Revista Rebelión*. En: <http://www.rebellion.org>

167 Junto a los que dominan más del 80 por ciento del comercio mundial de cereales: Cargill, ADM, ConAgra, Bunge, Dreyfus. Ribeiro, S. (2008): *El hambre de los agronegocios*. Distrito Federal, Periódico La Jornada, 10 de mayo de 2008.

2.2.2 Impacto en los parientes silvestres más cercanos del maíz y su interacción

Entre los riesgos que se plantean a partir del uso de maíz transgénico en México, encontramos la posible introgresión¹⁶⁸ de constructos genéticos a los parientes silvestres del maíz.¹⁶⁹ Las agroindustrias se prepararon ante esta preocupación desarrollando una semilla estéril, de tal forma que aseguran que no se fije en las siguientes generaciones la característica introducida en el transgen. Estas semillas son conocidas como *Terminator*. Sin embargo, detrás de esta preocupación por la posible introgresión, las empresas que desarrollan este tipo de semillas, están también obligando al campesino a comprar año con año semilla, incrementando la dependencia de los agricultores hacia las agroempresas y los gastos cada vez más grandes para los agricultores. Esta tecnología amenaza la vida y la subsistencia de 1400 millones de personas cuya alimentación depende de las semillas guardadas y usadas por los pequeños agricultores.¹⁷⁰

En especies de polinización abierta¹⁷¹ como el maíz, las distintas variedades locales y mejoradas (*híbridos*¹⁷²) se pueden entrecruzar de manera natural y con sus parientes silvestres, los teocintles.

Estos parientes silvestres, se han cruzado con el maíz, introduciendo nuevas características y variaciones a los maíces.¹⁷³ El flujo génico¹⁷⁴ de maíz a teocintle, por ejemplo, con *Zea mays* ssp. *mexicana* L. ocurre a tasas bajas en cada generación, pero cuando

168 “El proceso de introducción de nuevos genes en una población silvestre vía hibridación y retrocruzamiento se conoce como introgresión.” Pengue, W., *op. cit.*, p. 125.

“En algunos casos los híbridos fértiles pueden actuar como intermediarios introduciendo genes de una especie a otra, influyendo en la flexibilidad de los rangos ecológicos y evolutivos de dicha especie”. Strickberger, M. (2000): *Evolution*. Estados Unidos, Jones y Bartlett Publishers, p. 596.

169 Álvarez-Buylla, E. (2004a), *op. cit.*, p. 182.

170 Mooney, P. (2002): *El siglo ETC, erosión, transformación tecnológica y concentración corporativa en el siglo 21*. En: www.etcgroup.org

171 “La alogamia, es el componente principal del sistema reproductivo del maíz, por lo que la polinización cruzada o abierta es característica de la especie, produciendo híbridos interespecíficos con sus parientes silvestres.” Pengue, W., *op. cit.*, p. 130.

172 Los híbridos no son producto de las técnicas de ADN recombinante sino de la cruce, en este caso, de dos variedades de maíz, cada una con uno o más caracteres de interés, resultando en un híbrido con las características que ambos padres aportaron.

173 Hernández, X; Wellhausen, E; Roberts, L y Mangelsdorf, P. (1987): Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. En: Xolocotzia. *Obras de Efraím Hernández Xolocotzi*. Texcoco. Universidad Autónoma de Chapingo, p. 610.

174 “La transferencia de material genético desde los cultivos a otras plantas, que pueden presentar los nuevos caracteres a su vez en su progenie, se conoce como flujo de genes. [...] En términos generales, este flujo en la población vegetal se puede referir a la introducción de genes vía polen, semillas o propágulos.” Pengue, W., *op. cit.*, p. 124.

las plantas crecen en proximidad, los alelos de los cultivos introgresan a las poblaciones de los parientes silvestres después de varias generaciones, sobre todo si el flujo es constante.

Hay evidencia pues de hibridización espontánea entre la mayoría de los cultivos y sus parientes silvestres.¹⁷⁵ Sin embargo la tasa de hibridización puede alcanzar una frecuencia de hasta 50% como ocurre con *Zea mays* ssp. *parviglumis*, el teocintle más cercano al maíz.¹⁷⁶

De acuerdo a la teoría clásica de genética de poblaciones, bastaría un migrante efectivo por generación para mantener la presencia de elementos transgénicos en poblaciones de maíz o parientes de éste.¹⁷⁷

Esto nos lleva a suponer que el flujo génico y la introgresión a variedades locales y silvestres “*será difícil de evitar una vez que crezcan plantas transgénicas en campos mexicanos*”.¹⁷⁸

Los teocintles en muchos casos forman parte de la parcela o bien se encuentran asociados a ella. Por ejemplo, las actividades agrícolas tienen un impacto directo en la regeneración del teocintle y en la regulación de la introgresión entre maíz y teocintle –como *Zea diploperennis* que necesita de perturbaciones antrópicas (roza, tumba y quema o perturbaciones similares) para evitar su extinción local.¹⁷⁹

Los teocintles tienen un papel importante en la historia de vida del maíz en México. Estudios recientes de genética del desarrollo, evolución molecular y arqueología, aportan evidencia empírica y experimental que apoya la tesis acerca del origen del maíz como producto de la selección artificial del ser humano sobre poblaciones de una especie de teocintle (*Zea mays* ssp. *parviglumis*)¹⁸⁰, haciendo de México, el centro de origen y diversidad del maíz.¹⁸¹ Este reconocimiento, en su tiempo, marcó un parteaguas en la comprensión del

175 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. 188.

176 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (2008), *op. cit.*, p. 89.

177 “*Sólo en los casos en que la tasa de inmigrantes sea menor a la intensidad de selección habrá adaptaciones locales*”. Slatkin, M. (1987): Flujo génico en poblaciones naturales. En: Núñez-Farfán, J. y Eguiarte, L. (comps.) (1999): *La Evolución Biológica*. Distrito Federal, Facultad de Ciencias-Instituto de Ecología, UNAM, p. 52.

178 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, p. 182.

179 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op. cit.*, pp:191-192.

180 Piñeyro, A. *op. cit.*, p.10.

Tenaillon M., *et al.*, (2001): Patterns of DNA sequence polymorphism along chromosome 1 of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.). *PNAS*, 98, pp: 9161-9166.

181 Vavilov, N.I. [1994](1930): México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del Nuevo Mundo. *Revista de Geografía Agrícola, estudios de la agricultura mexicana*. Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo, pp.15-33.

Matsuoka, Y., *et al.* (2002): A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99

proceso evolutivo de la domesticación plasmado en la obra de Vavilov, de la que hablaremos más adelante.

Entre los genes que se han estudiado¹⁸² y que se han encontrado involucrados en el proceso de diferenciación entre el teocintle y el maíz se encuentran los que producen tres rasgos fundamentales: espigas masculinas sencillas vs. pareadas; mazorca dehiscente vs mazorca sólida y paso de distiquia a polistiquia (de dos hileras de granos a muchas hileras de granos).¹⁸³

Evaluar la posible introgresión de maíz transgénico a los diferentes teocintles está directamente relacionado con la producción de maíces resistentes a herbicidas. Esta relación se manifiesta, al menos, de dos maneras:

1) El teocintle es considerado una maleza y por consiguiente se suele rociar con herbicida para eliminarlo de la parcela pudiendo generar mutaciones en los mismos teocintles o bien, erradicarlos por completo afectando directamente al pariente más cercano del maíz, el cual forma parte de los elementos que nutren el 'pool genético' del maíz y aportan variabilidad genética. Para que los genes permanezcan en las poblaciones silvestres y ocurra la introgresión, es necesario que la adecuación de los híbridos sea igual o mayor que la de los individuos de las variedades parentales. Al respecto, se ha encontrado que los híbridos son tan adecuados o más que los individuos silvestres puros, de tal manera que la hibridación aumenta el riesgo de extinción de los parientes silvestres.¹⁸⁴

2) Que haya entrecruzamiento entre el maíz transgénico y el teocintle, confiriéndole a éste último la resistencia a dicho herbicida. Como ya se mencionó, los datos apuntan a que, en la mayoría de los casos, los híbridos son tan adecuados o más que los individuos silvestres puros, fomentando la evolución de malezas nuevas¹⁸⁵ o 'supermalezas' resistentes a los

(9), pp: 6080-6084.

182 Por ejemplo: el gene *tg1* (teosinte glume architecture 1) que controla el desarrollo de la gluma, cubierta dura con cristales de sílice que cubre las semillas del teocintle que cambia al mutar el primer intrón del alelo de maíz para este gen, generando un cambio de una lisina (K) por una asparagina (N), promoviendo la disminución del tamaño y dureza de la gluma, contrayéndola al eje central (contribuyendo a la formación del raquis central u olote) y disminuyendo también la acumulación de sílice de la misma, generando los granos desnudos, característicos del maíz; otro gene importante para explicar las diferencias morfológicas de estas subespecies es *tb1* (teosinte branched 1), cuyo alelo de teocintle favorece la ramificación pero en el maíz se encuentra mutado, favoreciendo un eje central sin ramas. Piñeyro, A., *op. cit.*, pp: 10-11.

183 Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 11.

184 Álvarez-Buylla, E. (2004a), *op. cit.*, p. 192.

185 *Ibid.*

herbicidas¹⁸⁶, pudiendo hacer teocintles cada vez más resistentes a herbicidas, como ya ha estado ocurriendo¹⁸⁷, contribuyendo a la historia de la rueda sin fin en la relación planta-herbicida.

2.2.3 Introgresión y persistencia de transgenes en las variedades de maíz (*Zea mays* ssp. *mays* L.) presentes en el país y su impacto en la diversidad biológica del mismo

Este punto en particular ha adquirido en nuestro país mucha importancia, en parte por ser el centro de origen y diversidad de este grano, en parte por ser uno de los principales productos alimentarios del país y el mundo y también por la importancia cultural que se ha construido con el maíz y a partir de éste.

La introgresión entre maíz transgénico y variedades nativas¹⁸⁸ no necesariamente implica la persistencia del transgen en una población particular. Como ya se mencionó, la permanencia de los transgenes dependerá de los efectos que tengan éstos en la adecuación de los individuos como consecuencia de la expresión de los transgenes: si estos efectos son neutrales, el transgen permanecerá en la población con una frecuencia que dependerá de la frecuencia del flujo génico, si el transgen aumenta la adecuación de los individuos que lo portan, éste aumentará hasta fijarse, y si disminuye, bajará en frecuencia hasta desaparecer.¹⁸⁹

Si el flujo génico es recurrente, con un migrante efectivo por generación, bastaría para modificar la frecuencia estructural (*F_{st}*) de una población y garantizar la persistencia de los elementos transgénicos.

El maíz transgénico presente en México proviene muy probablemente del maíz que se importa desde Estados Unidos. La importación se ha incrementado desde 1994 con la firma del TLCAN, y de acuerdo a la política exterior del tratado parece que seguirá incrementándose

186 Ellstrand, N., Prentice, H. y Hancock, J. (1999): Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30, pp: 539-563.

187 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (2008), *op. cit.*, p. 93.

188 El Dr. Paczka sugiere el término “*población local nativa*”, en lugar de variedad criolla, para referirse a un grupo de individuos de la misma especie que se desarrollan lo bastante cerca unos de otros para efectuar cruza de hibridación e intercambiar genes, “*aunque un agricultor puede tener dos o más poblaciones de maíz que siembra en forma contigua, podría pensarse que se trata de una sola población local, pero la selección de semillas puede mantener hasta cierto grado su separación.*” Paczka, R. (2003): La diversidad del maíz en México. En: Esteva, G. y Marielle, C. (2003): *Sin maíz no hay país*. Distrito Federal, DGCPI-CONACULTA, p. 123.

189 Álvarez-Buylla, E. (2004b), *op cit.*, p. 183.

Esto se conoce a partir de estudios sobre la genética de poblaciones dentro del ámbito de la Ecología.

e impactando fuertemente el campo y su desarrollo. Para 2006, la exportación de granos de Estados Unidos a México se incrementó 2 mil 581 millones 484 mil dólares (154.6%).

Paradójicamente, para alcanzar esta posición prácticamente hegemónica, requirió de trabajadores extranjeros, convirtiéndolos en un ejército agroindustrial y esto se logró devastando el campo mexicano, y por consiguiente golpeando las dinámicas de selección, siembra y cosecha de cultivos como el maíz. Irónicamente, ahora México importa productos alimentarios y exporta fuerza de trabajo.¹⁹⁰ Además, durante la vigencia del TLCAN, nunca se aplicó, ni se ha aplicado el arancel cuota previsto para el maíz, lo que ha significado un regalo de millones de dólares para las grandes empresas y el desmantelamiento de la cadena maíz-tortilla.¹⁹¹

De acuerdo al modelo *continente-isla*¹⁹², dentro de la teoría evolutiva, si el flujo genético continúa durante suficiente tiempo sobre las poblaciones locales y pequeñas, tenderán a ser genéticamente iguales a aquélla de donde proviene el flujo.

Si pensamos en las poblaciones homogéneas de maíces en Estados Unidos como el continente y a las poblaciones locales de México como islas, podríamos pensar que pueden darse cambios en las tasas de adecuación y expresión de los transgenes en las poblaciones locales, homogeneizando la diversidad genética presente en nuestro país, pareciéndose a la que se cultiva en los Estados Unidos.

Al interior del país, entre las regiones y localidades, existe de por sí flujo genético¹⁹³ siempre que no haya una barrera espacial importante que lo impida, aunque ante esta limitante está presente el intercambio directo entre comunidades campesinas e indígenas.

La persistencia de estos elementos externos en la población (como híbridos o semillas de otra población) dependen en buena parte del proceso de selección que llevan a cabo estos

190 Aragonés, A.M. (2007). *Sin maíz más migración*. Distrito Federal, La Jornada, 23 de Enero de 2007.

191 “El tiro de gracia será la autorización de la siembra comercial de maíz transgénico para expropiar definitivamente al productor rural del control de su producción y manejo de recursos.”

Nadal, A. (2007) *Maíz: cosechar tempestades*. Distrito Federal, La Jornada, 23 de enero de 2007.

192 Futuyama, D. J. (2005): Population structure and Genetic Drift. En: Futuyama D. J. (2005): *Evolutionary Biology*. Massachusetts, Sinauer Associates, Inc., p. 315.

193 Este tipo de flujo corresponde más al modelo de islas, el cual representa el extremo de flujo génico a larga distancia. Los individuos nacidos en cada una de las poblaciones pueden llegar a otra cualquiera con la misma posibilidad, independientemente de la distancia. Slatkin, M. (1999)[1989]: Flujo génico en poblaciones naturales. En: Nuñez-Farfán, J. y Eguiarte, L. (comps.) (1999): *La Evolución Biológica*. Distrito Federal, UNAM-CONABIO, p. 57.

En el caso del maíz en México, el coeficiente de selección es tan alto que ha diferenciado marcadamente cada variedad y se ha conservado a lo largo del tiempo.

agricultores. De ahí que al ser más intensa la selección, la adaptación local es posible y no necesariamente hay persistencia de los nuevos elementos en la población en caso de no ser seleccionados por los campesinos.

Pero insisto, esta práctica de selección puede favorecer tanto la disminución como el aumento en la frecuencia de un transgen en una población. De ahí su papel clave en este aspecto.

Los campos de maíz en Estados Unidos raramente muestran plantas aberrantes o con comportamientos extraños. Pero en el caso de México y de otros países en los que hay diferentes variedades cultivadas y silvestres interfértiles con las transgénicas, el riesgo de efectos no deseados puede tener implicaciones importantes e inesperadas cuya persistencia dependerá también del flujo génico y los procesos de selección.¹⁹⁴

Con la recurrente entrada de maíz transgénico es posible que estas semillas persistan en las poblaciones ya que el elemento de selección está desapareciendo. Es decir, podría haber selección en contra de maíces transgénicos -al menos hipotéticamente- pero si el principal agente de esa selección, las comunidades campesinas y pueblos indígenas están desapareciendo sobre todo al ser despojados de las tierras y de su trabajo en ellas por las políticas de destrucción/reordenamiento y repoblación impulsadas por los gobiernos a favor de las transnacionales, entonces no hay ni habrá ningún proceso que pudiera regular la entrada de estos elementos y su eventual persistencia en las poblaciones locales del país.

Al respecto, Ellstrand afirma que el flujo de genes es capaz de contrarrestar otras fuerzas evolutivas como la mutación o la selección y también que la tendencia a homogeneizar la estructura de la población es una consecuencia evolutiva¹⁹⁵ de ese flujo. Las causas de la homogeneización pueden ser muchas, en este caso, la entrada constante de maíz transgénico asociado al manejo industrial de este cultivo y a las políticas de reordenamiento agrícola.

El flujo genético en un cultivo homogéneo, como se caracterizan la mayoría de los productos agroindustriales, predomina al efecto que la mutación puede tener sobre éstos, debido a que la incorporación de alelos foráneos bajo esos niveles de hibridación parece ser de órdenes mayores que los de una mutación típica, mientras la tasa de difusión sea constante

194 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (2008), *op. cit.*, p. 88.

195 Ellstrand, *et al.*, *op. cit.*, pp: 539-563.

y mayor que cero, los transgenes se introducirán al maíz convencional.¹⁹⁶

Además, el flujo génico entre diferentes variedades nativas y mejoradas de maíz en México ya ha sido documentado. Por ejemplo, se ha reportado que las tasas de polinización cruzada entre estas variedades es muy alta, ocasionando que algunas variedades locales se parezcan mucho a algunas mejoradas. Esto sugiere que es difícil mantener una variedad de maíz genéticamente aislada de las variedades circundantes.¹⁹⁷

Estas variedades circundantes pueden no ser organismos transgénicos, pueden ser plantas que se han manipulado genotípicamente y fenotípicamente pero no hay introducción de genes “ajenos” al maíz, es decir, se hacen cruces entre diferentes razas y variedades de maíz, incluso otras especies emparentadas como el teocintle, pero no con organismos filogenéticamente distantes o no emparentados con el maíz, como bacterias, hongos o peces.

Lo importante a mencionar es que debido a las características reproductivas de esta especie¹⁹⁸ es muy probable que haya flujo génico entre maíz transgénico y maíz nativo o mejorado. Piñeyro menciona que la introducción a campo abierto de variedades de maíz transgénico en nuestro país, implicaría la contaminación de los acervos naturales de las razas criollas o nativas, de hecho, demostró que ya ha habido introgresión de transgénicos a campos mexicanos, particularmente en los Estados de Oaxaca y Puebla.¹⁹⁹

Es importante recalcar que la migración genética en plantas no sólo es producto del movimiento de polen (gametos) de semillas y granos (cigotos), así como de estructuras vegetativas como tubérculos, rizomas, rosetas, bulbos y bulbillos (módulos o rametes),²⁰⁰ por agentes naturales, sino que además, para el caso específico del maíz, este movimiento depende en gran medida de los agricultores.

En México, tanto el flujo de semillas como el proceso de selección de maíz y de otros productos dependen de este sector y se lleva a cabo a partir de intercambios (intencionales o

196 *Íbid.*

197 Louette, D., *et al.* (1997): *In situ* conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany*, 51 (1), pp: 20-38.

198 Debido a la naturaleza monóica y protándrica, la mayor parte de los óvulos se fertilizan por polen proveniente de otras plantas y se estima que hay menos de un 5% de autofecundación. Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 7.

199 Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 57.

Ver también: Ezcurra, E., Ortíz, S., Soberón, J. (2002) “Evidence of Gene Flow from Transgenic Maize to Local Varieties in Mexico”. En: *LMOs and the Environment: Proceedings of an International Conference*. OECD, pp: 289-295 y Quist D. y Chapela, I. *op. cit.*, p. 541.

200 Álvarez-Buylla, E. (2004a), *op. cit.*, p. 191.

no) que desempeñan un papel importante en la determinación del flujo génico entre variedades de maíz y la diversidad de este cultivo en las localidades.

Estos flujos sociales muchas veces rebasan al flujo biológico en su intensidad y en las distancias a las que ocurren, afectando significativamente la composición y estructura genética de las poblaciones, siendo cruciales en la construcción de la diversidad biológica de maíz.

Además es importante considerar dentro del proceso de distribución de semillas que se pueden mezclar las transgénicas con no transgénicas y esto puede ocurrir en diferentes momentos. Por ejemplo, durante su transportación a granel en contenedores que no están cerrados, en vehículos de transporte terrestre o por ferrocarril, de los cuales se pueden escapar semillas y germinar en parcelas de maíz no transgénico o cerca de ellas y entrecruzarse.²⁰¹

Más allá de los retos tecnológicos, el principal riesgo indirecto radica en el hecho de que la biotecnología moderna aplicada a la agricultura, junto con las políticas comerciales como el TLCAN, despoja a los campesinos de bajos recursos y a los pueblos indígenas del control sobre buena parte del proceso agrícola.²⁰²

No sólo representa una amenaza a la libre determinación alimentaria, sino también a la diversidad cultural asociada a la diversidad biológica del maíz. En última instancia, es posible afirmar que la biotecnología moderna se convierte en una pieza más del engranaje general de la conquista que lleva a cabo el capital sobre nuestras vidas.

Respecto de los riesgos que implica el uso de esta tecnología, Serratos observa que es necesario que el país invierta en investigación para analizarlos, para diseñar y establecer esquemas de monitoreo que den seguimiento a la introducción de organismos transgénicos en el campo.²⁰³

Para marzo de 2009, se puso fin a la moratoria *de facto* a la siembra de maíz transgénico que había impedido desde finales de 1998 el establecimiento de plantíos experimentales o comerciales en el país. Esto permitió que empresas como Monsanto junto con Dow y Pioneer-DuPont, solicitaran la aprobación de 12 siembras experimentales de tres

201 Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A., *op. cit.*, p. 90.

202 Soberón Mainero, J. y Golubov Figueroa, J. (2004): Biotecnología y Biodiversidad. En: Bolívar, F. (Comp. y ed.) (2004): *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México, p. 308.

203 Serratos, A. (2004). Biotecnología agroecológica, biodiversidad y agricultura sustentable. En: Bolívar, F. (comp. y ed.) (2004): *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*. Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México, p. 319.

variedades de maíz transgénico en regiones de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Chihuahua.²⁰⁴

Esta fase experimental simula que se toman en cuenta aspectos de bioseguridad y poder brincar a la siguientes etapas, piloto y comercial. Esta experimentación se centra en aspectos agronómicos como rendimientos, costos y efectividad contra plagas dejando fuera los impactos en la biodiversidad, el ambiente, la salud, la agricultura campesina y ecológica, la cultura.²⁰⁵

Bajo esta lógica, sólo es cuestión de hacer algunos ajustes al desarrollo de transgénicos, hacerla una tecnología suave o menos agresiva. Esta perspectiva no parte de una concepción de la vida para confrontar aquella de la razón económica que podemos encontrar en el desarrollo de las técnicas de ADN recombinante y los transgénicos, sino que simplemente se insiste en la seguridad de los experimentos, la prudencia, el principio precautorio, la gestión sensata de los recursos, la consideración de más variables. Pareciera que lo que reprochan a la dominación es el no ser suficientemente científica. Y la dominación responde a esta exigencia con innovaciones que demuestran que ella decide lo que es científico y lo que no es.

La posibilidad de hacer uso de esta tecnología sigue contemplándose en el marco del análisis de riesgos y no se considera la opción de descartarla y pensar en construir, desarrollar y usar otros mecanismos de mejoramiento o bien conocer con más detalle la experiencia que los pueblos indígenas y campesinos también ya han logrado a lo largo de muchos años. El debate y el análisis no deben quedarse en el ámbito exclusivo de los científicos y los políticos, sino que es necesaria la participación activa y directa de los actores involucrados: los agricultores, campesinos e indígenas. Es crucial reconocer su conocimiento, su experiencia y sus prácticas.

Herrera Estrella, en cambio, propone orientar en otro sentido la inversión de tiempo, energía y dinero. Para él lo que es crucial es tomar en cuenta la asimilación por parte de la industria, ya que está dominada por aspectos comerciales y las fuerzas del mercado²⁰⁶ y no podemos quedarnos atrás.

Por un lado, Serratos manifiesta su preocupación en términos de lo que le corresponde

204 De Ita, A. (2009): *México, nuevo basurero de Monsanto*. Distrito Federal, La Jornada, 16 de mayo de 2009.

205 *Íbid.*

206 Herrera-Estrella, L., *et al.* (2004): La Biotecnología en el sector agrícola. En: Bolívar, F. (coord.)(2004): *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México, p. 204.

hacer a la ciencia como parte del Estado²⁰⁷, mientras que Herrera-Estrella se preocupa por los requerimientos y riesgos económicos que una técnica implica, así como el interés de acoplarse en dinámicas de competitividad y mercado.

En ambos casos, tanto Serratos como Herrera Estrella, no consideran la forma en la que hoy la sociedad se encuentra estructurada, es decir, dividida en clases o sectores, de tal manera que su concepción de Estado es ahistórica y la economía es simplemente un monolito de felicidad o tristeza -según sea el caso- en el que los explotadores y explotados conviven en armonía o caos – también según sea el caso- inmodificable.

Ante el argumento sobre la continua intervención del ser humano en la modificación y mejoramiento de los cultivos, podemos decir que si bien es cierto que las diferentes técnicas de mejoramiento son tan antiguas como la ganadería o la agricultura, la diferencia con la producción agrícola propiamente capitalista es que se persigue la mayor cantidad de plusvalor en el menor tiempo posible. Esto modifica el desarrollo y los productos de las técnicas en dos sentidos.

El primero tiene que ver con el desarrollo de la técnica misma, con la metodología y con la base de conocimiento en el cual dicha técnica se fundamenta. El segundo nivel establece que si bien estas técnicas se desarrollan actualmente dentro de un sistema capitalista de producción, hay procesos de transformación que responden a las pautas que éste va dictando. Pero hay otras que lo rebasan, es decir, que son llevadas a cabo persiguiendo otros intereses como la reproducción de valores de uso. Por ejemplo, la selección de semillas que han hecho los pueblos indígenas a lo largo del tiempo no sólo persigue la reproducción de valores de cambio sino que en este proceso se seleccionan características más adecuadas a lo que le interesa y elige cada cultura, cada pueblo, cada grupo social.

Entonces, lo que diferencia a la biotecnología moderna de otras formas de manipulación

207 “El Estado es producto de la sociedad [...] al llegar a cierta fase del desarrollo económico, que estaba ligada necesariamente a la división de la sociedad en clases, [...] hizo del Estado una necesidad. [...] [En] Los Estados históricos, los derechos concedidos a los ciudadanos se gradúan con arreglo a su fortuna, y con ello se declara expresamente que el Estado es un organismo para proteger a la clase que posee contra la desposeída. [...] El moderno Estado representativo es el instrumento de que se sirve el capital para explotar el trabajo asalariado.” Engels, F. (2000) [1884]: *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. Santa Fé de Bogotá, Panamericana Editorial, p. 213.

Y la ciencia (con sus excepciones) forma parte de este Estado, en tanto que instancia reconocida socialmente como herramienta para el progreso, pero que dentro del sistema de producción capitalista significa, al mismo tiempo, un retroceso o degradación para la vida de las clases oprimidas y deterioro de la naturaleza.

en plantas y animales (hibridación, inseminación artificial, fitomejoramiento, etc.) es el proceso social en el que se inserta y desarrolla.

No podemos decir entonces que el ser humano se ha relacionado de la misma manera con la naturaleza a lo largo de su historia, ni siquiera que la función social de la ciencia haya sido exactamente la misma a lo largo de su breve período de existencia.

Herrera-Estrella opina en relación a los posibles riesgos sobre las variedades criollas de maíz que es difícil imaginar que un sólo gene pudiera tener un efecto catastrófico en la supervivencia de una especie vegetal o que la alterara de tal manera que la convirtiera en una supermaleza o una especie capaz de extinguir a otros organismos, “... *ya que las interacciones en los sistemas biológicos son muy complejas y dinámicas, y la competitividad de una planta depende de muchos genes.*”²⁰⁸ Sin embargo sí cree posible que la transferencia de uno o varios genes de un organismo a otro tenga los resultados esperados, controlados y tan aparentemente prometedores que se promueven con la distribución y uso de transgénicos.

2.3 Las patentes, la mercantilización de la naturaleza y el desarrollo de conocimiento

El tema de las patentes y de propiedad intelectual ha sido otro punto polémico dentro del debate sobre desarrollo de organismos genéticamente modificados. Este es un tema bastante amplio y que requiere un estudio minucioso pero en esta sección lo abordaré someramente reconociendo la importancia que tiene dentro del tema que nos ocupa.

Esta discusión se genera a partir de la creciente relación entre el desarrollo científico y la industria privada, teniendo como intermediario a los gobiernos, vinculando el conocimiento científico y sus productos con prácticas que más bien responden a intereses de mercados internos y a la apertura del comercio internacional. La discusión relacionada con las patentes se genera en el marco de una práctica que es posible tan sólo en un contexto donde la obtención de ganancias a partir de la generación de mercancías rige las prácticas de producción, en una sociedad donde el *valor de cambio* predomina sobre otros valores y visiones acerca del conocimiento y su desarrollo, sobre la naturaleza y las relaciones sociales.

208 Herrera-Estrella, L.(2004a), *op. cit.*, p: 190

2.3.1 ¿Porqué y para qué son las patentes?, ¿quiénes las promueven?

El concepto de *patente* parece consolidarse en Inglaterra en el siglo XV durante el reinado de Enrique VI (1422-1461). A partir de éste los conceptos de *propiedad privada* y *monopolio* comienzan a consolidarse mientras la monarquía reconoce la importancia de “proteger” ciertos productos del arte y la industria.²⁰⁹

A partir de 1552 se publicaron una serie de *cartas de patentes* que beneficiaban tanto a la corona como a los cortesanos, reconociendo los beneficios económicos que implicaba esta práctica. En 1624, sancionando a la monarquía, el parlamento aprueba el *Estatuto Inglés en contra de los Monopolios*, pero se hace una excepción al permitir *patentes sobre manufacturas novedosas* dado que también reconocieron la conveniencia económica que esta práctica conlleva.²¹⁰

En la agricultura, conforme se fue promoviendo el desarrollo de cultivos a gran escala, el proceso de mejoramiento se fue haciendo más sofisticado, implicando una mayor inversión en tierras, equipo y mano de obra especializados que permitieran desarrollar más y mejores variedades de plantas. Es en este contexto que se genera la preocupación de varios investigadores como Herrera-Estrella o Solleiro. Al no contar con un sistema de patentes que esté al nivel de los países más avanzados en esta materia. En México, dicen, seguimos sometidos a una competencia muy intensa, donde los gobiernos y las grandes empresas transnacionales establecen e imponen políticas agresivas de protección de la propiedad intelectual por medio de patentes multinacionales de cobertura amplia, protegiendo aquellas herramientas, como la biotecnología, que aseguren el control sobre las principales plantas de interés agrícola.

Desde esta perspectiva, se vuelve necesario entonces generar recursos, instancias, oficinas, leyes y normas destinados al desarrollo de programas de investigación básica aplicados tanto en el sector público como en el privado, de tal manera que nos permitan estar al “nivel” de los países industrializados y entrar desde otro escenario, al juego del mercado.

Sobre todo porque de acuerdo a algunos biotecnólogos, los mexicanos tenemos una

209 La invención o creación en sí misma no es lo que define a las patentes, sino un sistema social que permite monopolizar productos cuyos beneficios sólo serán vistos por unos cuantos. El derecho a crear no existe porque exista una autoridad que lo permita, sino porque forma parte de lo que nos caracteriza como seres humanos.

210 Kloppenburg, J., *op. cit.*, pp: 130-151.

participación marginal en la carrera por la apropiación del control de los genes de mayor consumo en el mundo como el maíz, el trigo, el arroz, el frijol y la soya.²¹¹

Herrera-Estrella considera necesario implementar estrategias que contribuyan al desarrollo de la biotecnología que mejor se adapte a la solución de los problemas del sector agropecuario nacional y que haga posible lograr la definición y consolidación de una biotecnología propia que permita competir en el ámbito internacional. Para él la protección de los derechos de propiedad intelectual sobre los cultivos como el maíz, el frijol y el agave trascienden la importancia de estrategias comerciales y se convierte prácticamente en un asunto de seguridad nacional.²¹²

Entonces, dice, es necesario promover entre los investigadores y sus centros de trabajo el establecimiento de estrategias de protección de la propiedad intelectual de los resultados obtenidos en sus proyectos de investigación, así como vincular aún más a las empresas intermedias que sean capaces de transformar los resultados o prototipos obtenidos en los centros de investigación, en productos de interés comercial para los productores o las empresas agroalimentarias.²¹³

Pero, ¿qué tipo de protección dan las patentes?, ¿a quién protegen?, ¿qué significan los derechos de propiedad intelectual sobre los cultivos y las nuevas variedades? Cabe preguntarse, dónde y cómo surge la necesidad de apropiarse y etiquetar o ponerle dueño al conocimiento, a la naturaleza.

Responder a estas preguntas es tema de un trabajo que da para muchas otras tesis, pero podríamos decir brevemente que la necesidad de apropiarse del conocimiento y los recursos naturales irremediablemente nos remonta a los orígenes de la propiedad privada y su consolidación como parte de un sistema de producción y relación social que es el capitalismo.

Las patentes y la propiedad intelectual tienen sentido cuando los productos se convierten en mercancías y éstas rigen el sistema de relaciones sociales de producción.

Ante la noción de que los recursos son finitos y del incremento de la población mundial que se ha venido pronosticando para los años venideros, ante la idea de escasez y ante el hecho de que el ser humano ha afectado la biosfera de forma radical con consecuencias

211 Herrera Estrella, L. *et al.* (2002): La biotecnología en el sector agrícola. En: Bolívar Zapata, F. (2002): *La biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*. Distrito Federal, Conacyt y Fondo de Cultura Económica, p. 147.

212 *Íbid.*

213 Herrera Estrella, L. *et al.*, (2002), *op. cit.*, p. 148.

que pueden arriesgar su propia existencia, surge la necesidad de hablar también de sustentabilidad²¹⁴ y conservación de los recursos.

Estos argumentos igualmente han servido para justificar la necesidad de patentar los recursos naturales, el conocimiento y sus productos, idea que va de la mano con la de propiedad privada.

Por ejemplo, Solleiro plantea que una preocupación actual es la de lograr la conservación y el uso sustentable de los recursos y que para desarrollar un marco que regule el acceso a los recursos genéticos es importante considerar que las plantas, animales y otros organismos tradicionalmente se han constituido como bienes privados y que la información genética responsable de su preservación no había sido objeto de apropiación, sino hasta hace poco.²¹⁵

Entonces reconoce un uso diferencial de los recursos, es decir, el acceso a los mismos no ha sido equitativo y que por lo tanto es necesario que existan instancias para definir quién las usa y cómo se usan. Además habla de la *revalorización* de la información genética, es decir, lo que antes tenía un *valor*, hoy tiene otro. ¿Será que realmente los organismos se han constituido *tradicionalmente* como bienes privados?

La propiedad privada puede influir drásticamente en la percepción individual y atomizada en las relaciones sociales de producción. Y así como se han ido configurando este tipo de relaciones, se va también configurando un sistema productivo basado en la generación de mercancías, las cuales más adelante en el desarrollo de la forma de producción meramente capitalista, conllevan un plusvalor.

Poco a poco, se han consolidado las herramientas que permiten seguir reproduciendo esta forma de producción. Ejemplo de esto es el desarrollo de patentes y el concepto de propiedad intelectual.

La apertura de mercados en condiciones de desigualdad ha sido uno de los factores que influyen en la idea de proteger y patentar dado que se vuelve una manera competitiva de

214 Bajo la dirección de la señora Brundtland, se da a conocer, en 1987, el informe *Our Common Future* de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo. En dicho informe se divulga el término de *desarrollo sustentable*, como “*aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras*” y se establece que la pobreza, la igualdad y la degradación ambiental no pueden ser analizados de manera aislada. Herrera Estrella, L. *et al.*, (2002), *op. cit.*, p. 105.

215 Solleiro, J. (2000): Regulación del acceso a recursos genéticos. En: *Revista de Geografía Agrícola, estudios regionales de la agricultura mexicana*, 30. Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo, p. 81.

participar en el mercado.

Las patentes y la propiedad intelectual satisfacen necesidades de aquéllos que a su vez necesitan de la propiedad privada para garantizarse la exclusividad de un producto de la ciencia. Las empresas agroindustriales fomentan las patentes, cobrando una licencia a todo aquél que quiera hacer uso de su producto. Lo que antes era un bien común, como la semilla, es ahora un recurso exclusivo para quienes quieren y pueden pagar por ella.

El desarrollo de organismos genéticamente modificados es una de las vías a partir de las cuales se pueden justificar la propiedad intelectual y las patentes ya que a partir de la manipulación genética adquieren características diferentes que les dan un valor agregado.

Veamos cómo es que esta tecnología se ajusta a los criterios que existen para patentar un producto de la ciencia.

2.3.2 La técnica de ADN recombinante; el desarrollo de la propiedad intelectual y las patentes en el fitomejoramiento de cultivos agrícolas

Estados Unidos ha sido uno de los países con mayor interés en la conformación de instituciones y normas para el desarrollo de patentes. La mitad de las regalías y pagos por licencias pagados a los inventores a mediados de los 90 iba a empresas de Estado Unidos.²¹⁶

Los monopolios a través de las patentes son una estrategia que significa la negación a diversos recursos y mercados. Cálculos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual indican que el 90% de todos los pagos por licencias transfronterizas -y el 70% de los pagos por licencias- se hacen entre subsidiarias de las mismas transnacionales. Es decir, ya no son los países (Estados-gobiernos) sino las empresas, las que regulan los mercados.²¹⁷

Desde 1839, se inicia una colecta de germoplasma de plantas a través de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos. Surge incluso, un compromiso por parte del estado para con el desarrollo de la agricultura en general y el desarrollo de disciplinas relacionadas como la botánica y fisiología de plantas en particular.

Este hecho se institucionaliza con la creación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1862, y con el *Acto Morrill* con el que se buscaba “asegurar para la

216 ETC informe 2000. En: www.etcgroup.org

217 Por poner un ejemplo, el ingreso de WalMart para el 2004 (\$287,989 millones de dólares) fue superior al Ingreso Nacional Bruto de Turquía, Austria, Noruega, Argentina, entre otros. Grupo ETC. (2005): Oligopolio S.A. 2005. Concentración del poder corporativo. *Comuniqué, 91*. En: www.etcgroup.org

agricultura y su investigación, una posición tan importante como aquella de la industria”, autorizando así el apoyo federal para la investigación orientada a la agricultura en las universidades.²¹⁸

En 1930, se promueve la idea de patentar seres vivos y se cuestionaba porqué se les otorgaba una patente a los inventores de máquinas y no a las compañías o individuos fitomejoradores (principalmente de plantas ornamentales).²¹⁹ De este modo, en ese mismo año se aprobó en Estados Unidos la *Plant Patent Act*, la cual planteaba proteger sólo plantas que se reproducen asexualmente, con un claro beneficio para la industria hortícola y ornamental.

La principal razón para no incluir las plantas que se reproducen sexualmente fue técnica ya que era difícil que tales plantas pudieran conocerse lo suficiente como para ser reproducibles idénticamente.²²⁰

Para 1960, los productores de alimentos fueron los que ahora reclamaban la concesión de propiedad intelectual de sus productos. Así, diez años más tarde, en 1970, Estados Unidos introdujo una legislación para proteger nuevas variedades de plantas que se reproducen sexualmente, utilizando las semillas y adoptando el sistema de Derechos de Obtentor acorde con la Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades Vegetales (UPOV) creada en 1961²²¹, ampliando aún más el rango de productos patentables.

De acuerdo con la UPOV las nuevas variedades de plantas de mayor rendimiento, mejor calidad y que resisten enfermedades y plagas son un elemento clave en términos de costo-efecto en la agricultura y horticultura, mejorando así la productividad mientras se minimiza la presión al ambiente.²²²

La UPOV plantea que la sobrepoblación hace necesario el incremento en la producción pero minimizando el uso de tierras y otros recursos, los cuales también se vuelven más escasos.

También establece que el mejoramiento de plantas tiene un mayor beneficio económico y ambiental:

218 Kloppenburg, J. (2004) *op. cit.*, p. 132.

219 Grupo ETC (2005): Reporte del Grupo ETC. Las patentes de nanotecnología: más allá de la naturaleza. Implicaciones para el Sur global. En: www.etcgroup.org

220 Grupo ETC (2005), *op cit.*, p: 85.

221 Grupo ETC (2005), *op cit.*, p: 86.

222 Es a través de la UPOV que se protege la generación de nuevas variedades de plantas y distingue este desarrollo de otras innovaciones tecnológicas que son protegidas por propiedad intelectual como las patentes. The UPOV System of Plant Variety Protection. En www.upov.int/en/about/upov_system.htm

[...] *el desarrollo de nuevas variedades con características mejoradas incrementan su valor en el mercado global de los cultivos en el siglo XXI [...] el mejoramiento y la explotación de nuevas variedades es un factor decisivo para mejorar los ingresos rurales y el desarrollo económico en general.*²²³

La UPOV continua su explicación sobre porqué es importante la generación de un sistema como éste al considerar que un agricultor no invertirá tiempo y energía en el mejoramiento de una planta si no hay remuneración, recuperación y reconocimiento de este trabajo. Entonces “*es importante proveer de un sistema de protección para el desarrollo de nuevas variedades de plantas con el fin de seguir fomentando el desarrollo de nuevas variedades que beneficien a nuestra sociedad.*”²²⁴

Así como Solleiro plantea que hay una tradición donde los recursos son propiedad privada, ¿será que la motivación de aquellos que han generado tantas variedades de papas o de maíz, a lo largo de muchos años lo han hecho esperando reconocimiento y remuneración?

Evidentemente las motivaciones a lo largo de cerca de 10,000 años de agricultura han cambiado. Y definitivamente aquellas que promovieron el desarrollo de la gran diversidad biológica es muy distinta de aquella que promueve el actual desarrollo de variedades. Además de que el tipo de remuneración o reconocimiento que esperan no necesariamente tiene un carácter económico.

Para 1970, siguiendo los pasos de 17 naciones Europeas, se aprueba en Estados Unidos la Protección de Variedades y Plantas (PVPA por sus siglas en inglés), argumentando que de este modo se estimula la inversión privada para el cultivo de plantas que proveen de un mayor número de variedades superiores y genéticamente diversas para los granjeros y se evita así que la investigación básica se concentre en las instituciones públicas.²²⁵

Así es como se va incrementando el interés de fundaciones, organizaciones y empresas por participar activamente en la investigación y desarrollo de variedades mejoradas, involucrándose directamente con universidades y centros de investigación tanto públicos

223 *Íbid.* (UPOV)

224 *Íbid.* (UPOV)

225 Kloppenburg, J., *op. cit.*, p. 131.

como privados.

Conforme se van desarrollando herramientas tecnológicas y conocimiento, va siendo posible aterrizar este proceso privatizador a través de patentar microorganismos, procesos microbiológicos y metabólicos, células y componentes subcelulares como es el ADN de plantas, partes de plantas, bacterias u hongos, por mencionar algunos casos.

En 1994, fue adoptado el *Acuerdo sobre los aspectos de derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio*, conocido como TRIP's (*Trade-related Aspects of Intellectual Property Rights*) mediante el cual se establecen estándares mínimos para la protección de la propiedad intelectual en los países miembros del GATT, hoy Organización Mundial de Comercio (OMC).²²⁶

Es decir, la definición de los productos patentables se construye a partir de su potencialidad comercial. Mientras la mercantilización del trabajo y de los productos así como de la naturaleza predomina, entonces la privatización y su avalúo legal, las patentes, tienen sentido.

Como vemos, el desarrollo de recursos de protección al desarrollo de nuevas variedades y el interés por la propiedad intelectual en los Estados Unidos en particular, ha tenido una fuerte influencia en el mundo y México no es la excepción ya que también se ha desarrollado una normatividad al respecto. Por ejemplo, las leyes específicas para la protección de la propiedad intelectual en el campo de la biotecnología son la Ley de la Propiedad Intelectual (LPI) y la Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV) a cargo del Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

La primera ley mencionada, establece como objeto de protección por patente a la mayor parte de los productos o procesos biotecnológicos excepto: I) los procesos esencialmente biológicos para la reproducción y propagación de plantas y animales; II) el material biológico y genético tal como se encuentra en la naturaleza; III) las razas animales; IV) el cuerpo humano y V) las variedades vegetales.

Pero en la práctica el IMPI aplica criterios similares a los utilizados en la Oficina Europea de Patentes por lo que es posible “obtener protección” para los elementos presentes en las excepciones de la ley de tal manera que sí es posible “proteger” organismos que han

226 Solleiro, J., *op. cit.*, pp. 83-85.

sido purificados, caracterizados y se les ha identificado una aplicación industrial como bacterias, hongos o partes celulares, así como plantas modificadas por técnicas de la nueva biotecnología pero no como *variedades*.²²⁷

De acuerdo con la UPOV existe la opción del registro de obtención para una nueva variedad vegetal.²²⁸ En tanto que las plantas se reproducen vegetativa o sexualmente, y dado que los seres humanos han intervenido desde hace muchos años ya en la generación de “nuevas variedades”, surge la pregunta de cuándo entonces se está creando una *nueva variedad*.²²⁹ Ante esto, la UPOV determina que una variedad es un grupo de plantas en un mismo taxón botánico de nivel jerárquico inferior, cuya formación puede ser²³⁰:

a) definida por la expresión de características que son resultado de un genotipo determinado o la combinación de varios genotipos; b) un grupo distinto de otro por la expresión de al menos una de las características novedosas y c) considerada como una unidad que no cambia aún cuando sea propagada.

El concepto *tipológico de especie*²³¹, pareciera estar presente en el pensamiento detrás de las patentes relacionadas a recursos naturales. Este concepto de especie establece que hay “caracteres esenciales” que no cambian. Aunque se abandonó conforme fue adoptándose la idea de que todas las características en los seres vivos cambian a lo largo del tiempo, este concepto fue abandonándose. Sin embargo, para la UPOV y otras entidades involucradas en el proceso de patentar organismos, parece necesario e incluso conveniente, continuar con el concepto esencialista y hacer a un lado el pensamiento poblacional darwiniano y evolucionista en general, de modo que se facilita la posibilidad de etiquetar a los organismos con características que aparentemente están aisladas de diferentes factores y que no cambian.²³²

227 Arriaga Arellano E., *et al.* (2002): Marco legal e institucional. En: Bolívar Zapata, F. (2002): Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades. Distrito Federal, CONACYT y Fondo de Cultura Económica, p. 84.

228 Solleiro, J. *op. cit.*, pp. 83-85.

229 Pero sería importante preguntarse antes ¿qué es una *variedad*?, ¿qué es una *especie*?, ¿cómo se definen y quién las define? Pero estas respuestas son materia de otro trabajo. En última instancia, mientras que el surgimiento de barreras biológicas (pre o post-cigóticas) al flujo genético significativo puede marcar el origen de una especie, desde Darwin, se reconoce el proceso de formación de “nuevas variedades” como un proceso continuo, además de otros procesos. Lo que define el estatus de una variedad, es algo que justamente varía de un grupo taxonómico a otro, incluso dentro de las plantas.

230 The UPOV System of Plant Variety Protection en www.upov.int/en/about/upov_system.htm

231 Mayr, E. (1991): *One Long Argumen. Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*. Massachusetts, Harvard University Press, p. 27.

232 Cuestiono pues el discurso *progresista* de esta práctica; podríamos decir, con tono sarcástico que en pleno

El desarrollo y uso de las técnicas de ADN recombinante, tienen la propiedad de que, al transferir genes de un organismo al ADN de otro, se distingue del modo en que se han venido generando las nuevas variedades antes de la aparición de ésta técnica. Las nuevas variedades aparecen como cultivos homogéneos de tal forma que presenten el rasgo introducido todas las plantas de una generación e incluso las que siguen.

Entre las condiciones previstas por la UPOV para acceder a los derechos de obtentor, el punto II sobre la Distinción establece que la variedad debe poder distinguirse claramente por una o varias características importantes de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida.²³³

El maíz Bt, por ejemplo, tiene una característica que ningún otro maíz tiene en tanto que se construyó con la propiedad de producir la toxina *Cry1Ab*, su propio insecticida, de otro modo, el maíz no produciría esta proteína. Los productores de este maíz, en este sentido, están generando una “nueva variedad”. Entonces, el maíz transgénico cumple con este aspecto.

El punto III) sobre la *Homogeneidad* dice “... a reserva de la variación previsible habida cuenta de las particularidades de su modo de reproducción o de multiplicación, la variedad debe ser suficientemente uniforme...”²³⁴; el caso del maíz transgénico cumple con este punto también ya que una vez que se ha garantizado que todas las plantas producidas tienen la modificación genética de interés, las plantas sembradas y sus semillas son líneas sumamente endogámicas y con muy escasa variación, garantizando pues que se lanza al mercado un mismo producto.

Y este aspecto es de particular importancia en relación a la diversidad biológica del maíz. Como ya se mencionó, el maíz se reproduce sexualmente de manera alogámica, es decir, pocas veces hay autofecundación y predomina la polinización cruzada, originando semillas producto de la misma madre pero de muchos padres. Entonces encontramos en una mazorca material genético muy diverso, primero porque como todos los seres vivos, está expuesto a la *mutación*, en última instancia, como la causa de la variación, pero por otro lado, el maíz es una planta que presenta ciertos procesos de transposición genética²³⁵ y

siglo XXI sigan vigentes nociones del siglo XIX que desde cierto ámbito de la ciencia ya han sido desechadas.

233 Solleiro, J. *op. cit.*, pp: 83-85.

234 *Íbid.*

235 La *transposición* es el movimiento de secuencias de ADN de un sitio a otro dentro del genoma. A estas secuencias se les conoce como *transposón*. Alberts, B., *et al.* (2002): *Molecular Biology of the cell*. Nueva York, Garland Science, p. 287.

recombinación²³⁶ que también influyen en la generación de variación además del proceso de selección llevado a cabo por el agricultor, el cual genera diferenciación en sus cultivos.

La siembra de cultivos homogéneos, de monocultivos, o bien la sustitución de variedades tradicionales por nuevas variedades homogéneas, serían una de las principales causas de la disminución de diversidad genética.

Según datos de la FAO, de las variedades locales de maíz que se conocían en México en 1930 quedaban, para 2004, el 20 por ciento.²³⁷

Otro de los impulsos que se usa comúnmente para justificar no sólo el desarrollo de otras variedades sino el de las variedades protegidas, es el reconocimiento del deterioro ambiental.

Dentro del discurso de la conservación, figura la visión de salvaguardar el germoplasma; se reconoce la importancia, el valor de las semillas como herencia común de la humanidad, sin embargo este es un discurso que es usado para justificar la privatización de un bien común.

Solleiro opina que hoy en día, con la emergencia de la biotecnología como fuerza propulsora de importantes negocios, se tiene claro que el valor real de los recursos biológicos radica principalmente en la información genética.²³⁸

A diferencia de Solleiro, Kloppenburg opina que las plantas usadas como alimento en el mundo no pertenecen a una entidad sino que son parte de la humanidad²³⁹, producto de un acontecer histórico, no como una esencia, sino como parte de la construcción colectiva y de prácticas muy diversas.

Pasando por jardines botánicos que han marcado la distribución de plantas (en su mayoría de países coloniales y semicoloniales), hasta los centros de investigación y bancos de germoplasma, como el Centro de Investigación y Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se aprecia una acumulación de germoplasma de plantas que sirve al capital en dos modos diferentes: directo, en tanto que provee el material genético para la producción de cultivos-mercancía e indirecto al introducir cultivos con bajos costos que permiten la reproducción de la mano de obra en países que de por sí tienen una historia de pobreza, despojo y

236 Tenaillon Maud, I. *et al.*, *op. cit.*

237 De Ita, A. (2004), *op. cit.*, p. 252.

238 *Íbid.*

239 Kloppenburg, J., *op. cit.*, p.152.

dominación.²⁴⁰

Cabe cuestionarse si en algunos casos al hablar de conservación no se habla más bien de acaparamiento o despojo, es decir, de apropiación de bienes comunes, no con el fin de apoyar la reproducción social del sujeto colectivo sino del capital a través de la privatización.

Encontramos pues una posible convergencia entre el reduccionismo biológico y el reduccionismo económico mencionado en la primera parte de este trabajo. ¿Cómo se determina el valor real de un organismo?, ¿existe un único valor de la naturaleza? Se pueden reconocer, dice Marx, la existencia de dos valores de los objetos en tanto que mercancías, el valor de uso y el valor de cambio pero ¿qué hace que uno predomine sobre otro es decir, la subsunción del valor de uso ante el valor de cambio?²⁴¹

En esta convergencia, el papel del reduccionismo biológico aparece como mecanismo que posibilita la cosificación de los genes, fetichizándolos como la esencia misma de los organismos, los cuales explican su existir y el porqué de su existir, convirtiéndolos en un objeto abstracto²⁴² y mercantil, en recurso o servicio, no para la humanidad, sino para el capitalismo.

Entonces, dicen, lo que falta es privatizar los recursos genéticos, ¿cómo?, a partir del despojo de aquéllos que viven, conviven y se relacionan directamente con los recursos hacia los cuales se ha despertado un interés mundial. Para el caso que nos ocupa, despojando a los campesinos de la semilla que les permite año con año sembrar, generando una dependencia hacia las agroempresas que impulsan el uso de semillas transgénicas, expulsándolos de sus territorios y discriminando a varios niveles su cultura, su forma y su modo.

Al inicio de esta sección preguntamos hacia quién está dirigido el desarrollo de patentes, y podemos decir que no se dirige a los productores de la riqueza biológica y cultural del maíz en México, campesinos e indígenas, no hacia los consumidores. Los científicos si acaso reciben un reconocimiento social y económico por su trabajo, pero al final, al trabajar para las empresas privadas que financian su investigación, no reciben la paga cabal de su trabajo (vehículo generador de ganancia y plusvalor) en tanto que la empresa recibirá varias

240 Kloppenburg, J., *op. cit.*, p. 156.

241 Echeverría, B. (2005): *La Tecnología del Capital. Subsunción formal y la subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización*. Distrito Federal, Itaca.

242 En tanto que el *valor* se origina por un modo de relación social en donde no existe una relación concreta entre el ser humano y la naturaleza, sino una relación basada en mercancías cuyos valores son dados por los hombres a través de otras mercancías.

veces más esa cantidad. Es decir, el desarrollo de patentes, conviene únicamente a las grandes empresas que se han apropiado del conocimiento y de los recursos de diferentes países, entre ellos el nuestro.

2.3.3 Impacto en los pequeños productores campesinos e indígenas

El tema de la protección de nuevas variedades y patentes, decíamos, está directamente relacionado con el despojo de semillas y prácticas de siembra. Al tener patentados sus productos, las compañías productoras de estas semillas y los paquetes tecnológicos asociados a ellas, impiden continuar con la práctica milenaria de seleccionar, conservar y replantar sus propias semillas y tomando en cuenta que el flujo de genes es posible, cualquier campesino puede tener alguna planta transgénica aún cuando él no la haya sembrado directa y voluntariamente.

Un claro ejemplo es el caso del campesino canadiense Percy Schmeiser quien fue demandado por Monsanto; la compañía afirmaba que Schmeiser había sembrado semillas de canola (*Brassica napus L.* y *Brassica rapa oleífera Metzg.*) sin haber pagado la licencia.²⁴³ Por más de 40 años, Schmeiser ha sembrado canola sin recurrir en ningún momento a las semillas de Monsanto. Sin embargo, en 1999, 320 hectáreas estaban contaminadas por semillas Round Up de Monsanto. La firma agroempresarial exigía a Schmeiser el pago de 37 dólares por hectárea como multa. Después de 5 años, el caso llegó hasta la suprema corte canadiense en la que se deliberó que la patente de Monsanto era válida pero que Schmeiser no tenía por qué pagar las multas dado que no sacó provecho de la semilla producida por Monsanto.²⁴⁴ Este caso sentó precedente en el sentido de que dado que es posible que las semillas modificadas lleguen a cultivos donde no se usan habitualmente entonces los productores pueden también demandar a empresas como Monsanto por contaminar sus campos.

Finalmente, en 2008, la familia Schmeiser logró que Monsanto pagara la restauración de sus cultivos e incluso que en caso de haber otro evento de contaminación, Schmeiser sería ahora quien demandaría a la agroempresa.²⁴⁵

Cabe preguntarse en casos como este, ¿dónde es que empiezan los derechos de las

243 De Ita, A. (2004) *op. cit.*, p. 258.

244 Schmeiser, P. (2009) En: <http://www.percyschmeiser.com/conflict.htm>.

245 *Íbid.*

agroindustrias y dónde los de los campesinos y pueblos indígenas?

Queda claro que el derecho de muchas culturas indígenas y campesinos de conservar la semilla de su cosecha puede usarse ahora como una violación de los estatutos en las leyes vigentes para patentes sobre todo si se encuentra algún indicio de haber semillas transgénicas sin importar si ellos las adquirieron directamente o no.

En 1955, Earl Butz, secretario de agricultura de los Estados Unidos, decía en forma de ultimátum a granjeros: “*Adáptense o mueran; resistan o sucumban... la agricultura es hoy un gran negocio. Muchas personas hoy en día hacen lo posible por continuar dentro de esta actividad pero que estarían mejor en otra parte.*”²⁴⁶

Sin importar cuáles son las motivaciones o intereses de los agricultores al sembrar sus cultivos, se insiste que para que México pueda entrar al mercado global y proteger el desarrollo de la ciencia y sus productos, es necesario e incluso urgente establecer mecanismos que estimulen y faciliten el uso de patentes en productos de la investigación desarrollada por las instituciones en nuestro país.²⁴⁷

Esta clase de desarrollo se traduce para los pueblos indígenas y campesinos en despojo y destrucción de su cultura.

2.4 Los OGM y el desarrollo del país

El 80% del mercado global de maíz es producido por Estados Unidos, Argentina, Sudáfrica y Canadá; el 52% es producido tan sólo por Estados Unidos. En este país, en 2008, el 85% de las 35.3 millones de hectáreas sembradas con maíz son de maíz transgénico (78% del cual presenta el paquete de doble o triple modificación mientras que sólo el 22% presenta sólo un rasgo).²⁴⁸

Entre 1997 y 2005 en este país, se ha usado comercialmente el maíz tolerante a herbicida, representando la mitad del total de este cultivo; el maíz resistente al gusano de raíz se ha plantado comercialmente por 3 años. En 2005 se sembraron con este maíz 1.6 millones de hectáreas del país, el 5% del total y de 1996 a 2005 el 35% del área total se sembró con

246 Young, J., Newton, J. (1980) *Capitalism and Human Obsolescence*. New Jersey, Allandheld, Osmun and Company. En: Kloppenburg, J., *op. cit.*, p. 136.

247 Herrera- Estrella, L. *et al.*, (2002), *op. cit.*, p.157.

248 Clive J., (2009). En: <http://www.isaaa.org/Resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html>

maíz resistente a insectos.²⁴⁹

Durante 2008, en Estados Unidos se sembraron un total de 62.5 millones de hectáreas con cultivos mejorados biotecnológicamente, entre los que encontramos: soya, maíz, algodón, canola, calabaza, papaya, alfalfa y remolacha azucarera.²⁵⁰

En el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), las importaciones de maíz crecieron exponencialmente, de 152,000 toneladas en 1993, a 5.6 millones de toneladas para el 2001²⁵¹. De enero a diciembre de 2008, México importó 9.2 millones de toneladas de maíz (incluye maíz para siembra, palomero, harinero y maíz amarillo) provenientes solamente de Estados Unidos²⁵², primer país productor de transgénicos.

Y en este mismo año se abrieron las fronteras al comercio libre de arancel²⁵³ de maíz y frijol proveniente de los países involucrados en el tratado. Hasta el momento, la importación de maíz hacia nuestro país va en evidente aumento y cada vez con menos regulaciones o controles.

Asumiendo que no hay una segregación activa del maíz que se importa de este o de otros países como Brasil, Argentina, Colombia o Sudáfrica, en producto genéticamente modificado *versus* no modificado, lo que se exporta está conformado por una mezcla de ambos, tanto maíz transgénico como no transgénico.²⁵⁴

A raíz de este tratado, las empresas transnacionales que controlan los mercados agrícolas mundiales fortalecieron su participación en el mercado mexicano de maíz y contribuyeron para que desapareciera la empresa estatal comercializadora de granos básicos CONASUPO.²⁵⁵ Esto a partir de la presencia de representantes de estas corporaciones en los gobiernos, dependencias estructurales, presiones o corrupción, convirtiendo a los gobiernos en

249 Barfoot, P y Brookes, G., *op. cit.*, p. 56.

250 Se espera que para el 2010, sea posible comercializar en Estados Unidos el maíz SmartStax™, el cual presenta modificaciones en 8 genes, los cuales se traducen en varias características. Pero el maíz más esperado ahora es el maíz tolerante a sequías, investigación dirigida por el Dr. Greg O. Edmeades del CIMMYT, el cual se espera comercializar en Estados Unidos para el 2012 mientras que las expectativas del sector público y privado, hermanados, es poder liberarlo en 2017 en el África Subsahariana. Clive J., *op. cit.*

251 Barfoot, P y Brookes, G., *op. cit.*, p. 257.

252 Además, importamos maíz palomero de Argentina; y bajo la categoría de “*los demás*” y con índices mínimos de participación en las importaciones, llegan maíces de: Alemania, Etiopía, Kenya, Ecuador, Italia, India, República Ruandesa, Zambia y Zimbabwe. En: <http://www.economiasnci.gob.mx>

253 “*El gobierno mexicano durante seis de los ocho años de vigencia del TLCAN -de 1995 a 2001- eliminó los aranceles para las importaciones por arriba de las cuotas negociadas en el TLCAN para favorecer a ciertas empresas*”. De Ita, A. (2004), *op. cit.*, p. 258.

254 Barfoot, P y Brookes, G., *op. cit.*, p. 6.

255 De Ita, A. (2004), *op. cit.*, p. 257.

servidores de las corporaciones en vez de servir a los ciudadanos.²⁵⁶ Para 2001, en nuestro país, operaban tres de las principales empresas comercializadoras de maíz: Arancia-Minsa-Corn Products International; Maseca-Archer-Daniels Midland (ADM)-DICONSA; Cargill Continental.²⁵⁷ Estas empresas controlan las exportaciones de maíz de Estados Unidos y son, a su vez, las principales importadoras de maíz a México y también son casi las únicas opciones de compra de las cosechas a los productores, condicionando así los precios de compra.²⁵⁸

En el presente, vemos cómo la producción de semillas, herbicidas, plaguicidas, maquinaria, etc., queda en manos de unas cuantas empresas. Son diez las principales empresas agroquímicas que controlan el 90% del mercado mundial y son diez las mayores compañías productoras de semillas que controlan el 30% del mercado comercial de las mismas.²⁵⁹

Muchas de estas participan simultáneamente en la producción tanto de la semilla como del agroquímico e incluso también de medicamentos, como es el caso de Bayer. Y es que “...las empresas agroquímicas y de semillas comenzaron el proceso de fusiones y adquisiciones mutuas con la idea de lograr mayor control de los compradores de sus productos: los agricultores.”²⁶⁰

Por ejemplo, Syngenta incluye a Novartis y Astra-Zeneca, Bayer incluye a Aventis CropScience. Bayer, Monsanto y Syngenta son las 3 mayores empresas productoras de agroquímicos; Dupont, Monsanto y Syngenta son las 3 principales productoras de semillas. Estas 3 empresas, junto con Savia, multinacional mexicana integran la “asociación civil” Agrobio México.²⁶¹

El maíz es el cultivo más importante en México. Anualmente, tres millones de campesinos -la mayoría (90%) con parcelas menores a 5 hectáreas -producen 18.2 millones de toneladas, en una superficie sembrada de 8.5 millones de hectáreas. Después de más de 50 años de revolución verde en el país, los híbridos o variedades mejoradas de maíz, únicamente se utilizan en 15% de la superficie, el resto se siembra con maíz nativo. Y es éste el mercado que las transnacionales semilleras quieren conquistar.²⁶²

256 Ribeiro, S. (2004): Cultivos transgénicos: contexto empresarial y nuevas tendencias. En: Muñoz Rubio, J. (coord) (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM, p. 69.

257 *Ibid.*

258 De Ita, A. (2004), *op. cit.*, p. 257.

259 Ribeiro, S. *op. cit.*, p. 71.

260 Ribeiro, S. *op. cit.*, p. 72.

261 Ribeiro, S. *op. cit.*, pp: 72-73.

262 De Ita, A. (2004), *op. cit.*, p. 254.

Lo que para Herrera Estrella significa desarrollo y progreso del país para otros como De Ita o Ribeiro, significa reconocer las estrategias monopólicas, de explotación y despojo llevadas a cabo por grupos de poder, dueños de los medios de producción.

Las empresas arriba mencionadas, a través de sus productos y prácticas de mercantilización, alteran no sólo los diferentes modos presentes en la agricultura campesina e indígena, sino la relación entre el trabajo y su producto, entre la sociedad y la naturaleza.

Habiendo monopolio, privatización y despojo, es poco probable que el país se desarrolle como tanto se pregona en los discursos de algunos científicos y políticos. En este contexto de desigualdad, no habrá técnica que valga para modificar y resolver los problemas de pobreza, salud o alimentación.

2.4.1 Sobre el progreso y la biotecnologización de la agroindustria; el impacto en los pequeños agricultores

Herrera-Estrella opina que se debe impulsar la biotecnología agrícola ya que en nuestro país no se ha podido detener el deterioro del campo ni de los ecosistemas, pero además que existe la grave amenaza de que continúe y aumente la degradación de los recursos naturales y el ambiente por la presión que ejercen las comunidades rurales empobrecidas.²⁶³ ¿La biotecnología podrá detener el deterioro del campo y los ecosistemas?, ¿los pueblos rurales son la única causa de la degradación de los recursos naturales?

La biotecnología, el uso de transgénicos particularmente, no garantiza un incremento considerable en los rendimientos por cosecha que pueden llegar a tener los campesinos, como tampoco la revolución verde lo hizo en su momento.

De acuerdo con un reporte impulsado por la *Unión de Científicos Comprometidos* (Union of Concerned Scientists, UCS por sus siglas en inglés), cuyo fin fue evaluar el impacto productivo después de 13 años de comercialización de OGT en los Estados Unidos, concluyen que esta innovación tecnológica ha contribuido poco en el rendimiento del campo.

Cultivos como el maíz Bt, el maíz tolerante a herbicidas y la soya transgénica, se han sembrado en aquel país por al menos 10 años y para el caso del maíz, el incremento ha sido marginal. Al hacer esta evaluación, reconocen dos tipos de ganancia: intrínseca y operacional.

263 Herrera-Estrella, L., *et al.* (2002), *op. cit.*, p.156.

La primera se refiere al nivel máximo que se pueda lograr a partir de un cultivo transgénico en condiciones controladas, mientras que la segunda es la ganancia en condiciones reales.²⁶⁴ Esta diferenciación resulta interesante ya que generalmente el discurso a favor de la implementación de novedades técnicas se basa en resultados producto de estudios bajo condiciones controladas y se intenta extrapolar a ambientes muy diversos en donde los resultados pueden ser diferentes e incluso negativos.

De 1,787 ensayos que se han hecho sobre resistencia de plantas hacia diferentes patógenos (virales, bacterianos y relacionados a nemátodos y hongos) involucrando transgénesis, sólo se han comercializado masivamente 5 genes, de los cuales sólo el gen resistente al virus del mosaico en la papaya puede considerarse como un verdadero éxito y hasta ahora sólo se utiliza en Hawaii.²⁶⁵

En este mismo reporte se exponen dos razones por las cuales no se logra un éxito comercial mayor: 1) deficiencias técnicas inherentes, ya que aún es impredecible el resultado de la interacción transgénica en el ambiente de cada cultivo; 2) se sabe poco de la eficiencia y funcionamiento del transgen aún en condiciones controladas. Por ejemplo, pueden aparecer rasgos no esperados, como en cultivos con el gen *CryIAB* de maíz Bt, que presentan altos niveles de lignina en sus tallos.²⁶⁶ Algunos de estos efectos pueden no ser relevantes para la comercialización y mejoramiento de los rendimientos pero en gran medida afectan su liberación al mercado o bien la obtención de los resultados prometidos.

En particular, para el caso del maíz Bt se reporta un incremento en promedio de tan sólo el uno por ciento y sin embargo se sigue opacando a los métodos tradicionales bajo el agresivo fomento de una tecnología poco confiable y con un fuerte impacto social. Con relación a los nuevos rasgos tolerantes a estrés abiótico (frío, calor, sequías, salinidad, tolerancia a metales, entre otros) ya se están comercializando por empresas como Monsanto.

Estamos hablando pues, de un proceso que se propone tecnologizar aún más el campo bajo la promesa de los altos rendimientos, y por ende de progreso, echando mano de herramientas que sólo satisfacen necesidades de aquellos que promueven estos recursos.

En cambio, este mismo informe asegura que el incremento logrado se debe en gran

264 Gurian-Sherman, D. (2009): *Failure to yield. Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops*. Massachusetts, Union of Concerned Scientists (UCS), pp: 8-10. En: www.ucsusa.org

265 Gurian-Sherman, D. *op. cit*, p. 24.

266 Gurian-Sherman, D. *op. cit*, p. 32.

medida a manejos distintos al uso de ingeniería genética, específicamente productos transgénicos. El incremento observado (24-25%) se debe a técnicas de cultivo convencionales.

En el contexto del campo dentro de la forma capitalista de producción, no sólo hablamos de empresas gigantescas que fomentan la deshumanización a través de la tecnologización del campo, sino que también se genera un proceso de desnaturalización en tanto que los seres humanos viven un proceso de transformación en el que se vuelven instrumentos y medios para generar plusvalor y fomentar la acumulación de capital.²⁶⁷ Este progreso encierra ciertas contradicciones en tanto que el beneficio no es para la humanidad, o en este caso para los campesinos y pueblos indígenas, sino sólo para el capitalista.

Por eso, lo racional en el capitalismo es más bien lo irracional para el ser humano y la naturaleza.

Si en un futuro cercano, se sembrara en todo el planeta maíz transgénico, en los hechos, no se habrá erradicado la desigualdad, el despojo, la explotación, la pobreza, la desnutrición y el hambre porque nada de esto es producto de la escasez o solamente de deficiencias tecnológicas, sino de un sistema que se basa en la acumulación de riquezas para unos cuantos a partir del robo del producto del trabajo de la mayoría, del saqueo y de la destrucción de los recursos.

De acuerdo a la sección de finanzas presente en el reporte anual que publica Monsanto, para 2008, la venta neta de sus productos produjo 11.4 mil millones de dólares²⁶⁸, mientras que las ventas para Syngenta fueron de 11.6 mil millones de dólares.²⁶⁹ Las mismas empresas que fabrican la mayoría de los agroquímicos a escala mundial, producen más de las tres cuartas partes de las semillas modificadas genéticamente.²⁷⁰ Sólo Monsanto para el 2007, tuvo el 23% del mercado de venta de semillas, obteniendo 4.5 millones de dólares de este producto, siguiéndole DuPont con el 15% y Syngenta con el 9%.²⁷¹

Se habla de disminuir los insumos en la producción de los campesinos y mejorar su rendimiento. Sin embargo, el discurso va en sentido opuesto a la práctica, por ejemplo para el

267 Galafassi, G., *op. cit.*

268 Monsanto Company (2008): *Annual report*. En: www.monsanto.com

269 Financial Release. Syngenta full year results (2008). En: www.syngenta.com

270 Ribeiro, S., *op. cit.*, p. 73.

271 Grupo ETC (2009): *¿De quién es la naturaleza? El poder corporativo y la frontera final en la mercantilización de la vida*. En: www.etcgroup.org

caso del maíz tolerante a herbicida, ofertan una reducción del uso de mano de obra y equipo en el deshierbe, cuando en realidad los pequeños campesinos no contratan peones o muy pocos, o bien trabajan con los miembros de la familia, porque de otra forma no les alcanza para pagar más.²⁷² Sin embargo, se piensa que sí tendrán para pagar un maíz tolerante a herbicida, el cual tendrían que comprar año tras año y pagar sus licencias respectivas. ¿A quién benefician entonces el desarrollo de estos productos?

El campesino tendrá que comprar el paquete completo a la compañía sin siquiera tener garantía de lo que el mercado, supuestamente ya estandarizado y comprobado, le está ofreciendo, lo que significa que no hay, necesariamente, una disminución en el costo de producción, ni más rendimientos, sino que se genera un sistema productivo dependiente. El campesino ya no sólo necesitará del herbicida, sino también de la semilla que responde efectivamente sólo a dicho herbicida, impactando el aún vigente modelo agrícola donde se siembra la semilla de la cosecha anterior.

Además, el campesino se convierte en empleado de la compañía sin ninguno de los derechos laborales de quienes son empleados “oficiales” al sembrar lo que esas empresas ya decidieron y en la forma en que ellas lo han determinado, con todas las desventajas que esto tiene y ninguna ventaja laboral o que se vea reflejado en su rentabilidad. Finalmente los pueblos indígenas y comunidades campesinas en México, dependen de intermediarios para vender sus productos porque igualmente han tenido que invertir cada vez más en insumos.

Entonces, aumenta la dependencia de los productores a las agroempresas internacionales ya que la siembra de maíz transgénico en México no resuelve los principales problemas que enfrentan en términos comerciales: falta de rentabilidad, competencia con las importaciones, bajos precios internos y externos.²⁷³

Además de que no contribuye al reconocimiento de las prácticas y culturas campesina e indígenas, sino incluso, contribuye a su desaparición al sustraerlos de la tierra y sus territorios para llevarlos a trabajar a las maquilas y fábricas o para seguir siendo campesino pero en tierra ajena. Adoptar una tecnología desarrollada en un contexto agrícola completamente diferente en términos de ambientes, prácticas de siembra o tipos de cultivo como el que se lleva a cabo en Estados Unidos o países europeos, significa continuar con la importación irracional de tecnologías.

272 De Ita, A.(2004), *op. cit*, p. 256.

273 De Ita, A.(2004), *op. cit*, p. 257.

Si el interés, como se menciona por algunos de los actores abordados en este capítulo, es estar a la vanguardia tecnológica en aras de progreso, habría que mencionar que dentro de este “libre mercado” se juega desde muy desiguales circunstancias. Por ejemplo, el subsidio que en Estados Unidos se da a gran parte del campesinado para maíz amarillo, hay un diferencial de \$50 dólares entre éste país y el nuestro²⁷⁴ en donde los subsidios disminuyeron un 50% después de la crisis de 1994, aunque para el año 2002, hubo una recuperación cercana al 70%.²⁷⁵

Hasta hace poco, no se habían “conquistado” por completo las diferentes etapas productivas dentro de la agricultura. Se logró acaparar una parte de los insumos y distribución, pero a partir de la producción de transgénicos, se abarca también la materia prima más importante en esta actividad: la semilla.

De este modo, la forma a partir de la cual los proveedores de insumos para poder acaparar la mayor parte del plusvalor producido a partir de la agricultura, depende de 1) hacer cambios radicales en la biología de las especies usadas en la agricultura y 2) garantizar que tanto los cambios como el control de los mismos permanezcan en manos de los propietarios particulares, individuales.²⁷⁶

La discusión en torno al desarrollo de transgénicos, particularmente de maíz transgénico, expone la complejidad del tema y su papel como instrumento tecnológico que responde a una racionalidad meramente instrumental y económica y esto puede verse a grandes rasgos reflejado cuando se considera que esta tecnología es indispensable para el progreso y bienestar del país. Desde esta perspectiva no hay cabida para otras alternativas, el camino y la dirección ya están trazados. Cualquier alternativa resulta improcedente e incluso irracional.

Los riesgos e implicaciones ecológicas a raíz del desarrollo e incorporación de maíz transgénico en la agricultura son un hecho. Aún no es posible determinar por completo el cómo y hasta dónde de este impacto. No se conocen las consecuencias a mediano y largo

274 Cacho, D. (2007): *La cadena maíz-tortilla. La realidad y las soluciones*. Conferencia impartida durante el foro: “Situación y perspectivas en la producción y comercialización de maíz en México”, Febrero, 2007, Distrito Federal, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

275 Nadal, A. y Wise, T. (2004): Los costos ambientales de la liberación agrícola. El comercio del maíz entre México y Estados Unidos en el marco del NAFTA. En: Hernán Blanco, et al. (2005) : *Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas*, Santiago, RIDES – GDAE, p. 51.

276 Lewontin, R. (2000): The maturing of capitalist agriculture: farmer as proletarian. En: Bellamy Foster, J. Buttell, F y Magdoff, F. (2000): *Hungry for profit. The agribusiness threat to farmers, food and the environment*. Nueva York, Monthly Review Press, p. 98.

plazo y para ello es necesario ampliar los puntos de vista desde donde se analizan los riesgos ecológicos y biológicos para el maíz e incluso para otros cultivos y organismos. Aún cuando estos efectos pudieran mitigarse con el mejoramiento de la tecnología transgénica, existen elementos sociales y políticos que también determinan, junto con las variables biológicas, los riesgos y las consecuencias que estos organismos pudieran tener a nivel social y natural y que deben ser tomados en cuenta.

Mientras se siga pensando que cualquier innovación o estrategia tecnológica propuesta como única solución a un problema que emerge dentro de un contexto de relaciones sociales donde prevalece la desigualdad, la explotación, el deterioro ambiental, ésta será insuficiente.

Si se considera a la tecnología o a la ciencia como las únicas herramientas o estrategias de cambio, progreso o desarrollo sin considerar otros elementos importantes de su generación y del impacto que éstas tienen a diferentes niveles, si se considera a la técnica por encima de las relaciones sociales de producción, entonces estamos haciendo de la ciencia un fetiche, una entidad poderosa por sí misma, incluso como algo divino. Pensar en los transgénicos como un objeto fetichizado equivale a pensar que una parte vale al todo.²⁷⁷

Es necesario un análisis mucho más crítico, y una discusión más amplia y participativa que contribuya a la desmitificación de este poder que se le ha otorgado a la tecnología. Qué contribuya a analizar la problemática no sólo con relación al maíz transgénico, sino con otras cuestiones asociadas a la producción de alimentos y el uso de los recursos naturales en general (agua, aire, recursos fósiles, bosques, mares), pero sobre todo que se analice en el contexto en el cuál se están dando estas problemáticas, porque puede develar aquello que no se ve a simple vista si uno analiza exclusivamente la técnica, sus deficiencias, sus efectos o sus productos. Es importante cuestionar el papel de la ciencia y los científicos como parte de las actividades sociales de producción así como reconocer los principios a partir de los cuales se esta trazando el rumbo de esta actividad.

Son escasos los espacios donde la participación de comunidades campesinas y pueblos indígenas es realmente considerada, sobre todo con lo que respecta al uso de las tierras, del agua y de las semillas. En muchos de los casos en que son tomados en cuenta, forman parte de las variables de estudio y pocas veces se dan espacios para escuchar lo que tienen que decir.

El contexto social abordado en el primer capítulo explica en buena medida el

277 Sfez, L., *op. cit.*, p. 36.

desinterés que permea ya en varios sectores hacia los temas de los pueblos indígenas y campesinos, quienes se ven directamente afectados por las decisiones que se toman con relación a los recursos naturales.

Aún cuando ya hay decisiones tomadas y prácticas ejecutadas, es imprescindible que la discusión continúe dándose, pero más aún que rompamos el cerco enajenante, abriendo espacios para escuchar también a los pueblos indígenas, a los campesinos y a los consumidores. Es implacable la urgencia de detener el engranaje de este sistema que para existir usa la guerra y la conquista de territorios y relaciones sociales de manera total y global. Reconocer los elementos materiales y concretos que lo alimentan permite también reconocer la capacidad concreta y material de transformarlo radicalmente.

CAPÍTULO III

LA DIMENSIÓN POLÍTICA DEL MAÍZ

El análisis sobre el impacto del maíz transgénico a la diversidad de maíz y sus interacciones, abordado en el capítulo anterior, queda incompleto si no se analizan también algunas características predominantes hoy en día en la producción de alimentos y de la transformación de la agricultura en agronegocio.

El campo, entendido como un espacio donde se generan y desarrollan actividades que han promovido una gran diversidad biológica como con el maíz, donde la relación sociedad-naturaleza se construye materialmente en la cotidianidad, forma parte de los medios de subsistencia de gran parte de la población y se ha visto afectado desde hace ya varios años por los embates de las nuevas tecnologías y de políticas que satisfacen necesidades del mercado y de las grandes transnacionales, fomentando el deterioro ambiental, la marginación, la pobreza y el despojo.

Se suele olvidar que ese amplio conjunto de actores rurales incluidos bajo el rótulo de pequeños agricultores, incluyen cientos de miles de familias que juegan un papel clave en la seguridad alimentaria, han mantenido y desarrollado muy diversas tecnologías agropecuarias adaptadas a sus ambientes locales y han construido también el acervo de ricas tradiciones culturales.

El campo no es sólo ese espacio físico-ambiental con importancia biológica y económica, sino también y sobre todo, es donde se desarrolla una forma de vida en colectivo, donde se construye una parte importante de la identidad cultural de diferentes pueblos indígenas y campesinos asociados a él.²⁷⁸

Los campesinos e indígenas organizados en ejidos y comunidades, han practicado históricamente una agricultura en donde se elige el proceso de producción, incluyendo qué sembrar, cuándo sembrar, cuánto sembrar y cómo sembrar, cosechar, almacenar y consumir. Estas elecciones colectivas se ven condicionadas por las características locales de suelo, clima, humedad o precipitación pero además, la selección y uso de las semillas y el proceso

278 “El espacio está formado por un conjunto indisoluble, solidario y también contradictorio, de sistemas de objetos y sistemas de acciones, no considerados aisladamente, sino como el contexto único en el que se realiza la historia.” Santos, M. (2000): *La naturaleza y el espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción.* Barcelona, Ariel. S.A., p. 54.

de siembra-cosecha, implican la afinidad, el deseo o el interés por una planta y/o variedad particular y al sembrarla se producen plantas que presentarán las características elegidas (y otras nuevas) que forman parte también de un interés social y no exclusivamente económico. Las semillas, la agricultura, son pues parte de diferentes proyectos colectivos al mismo tiempo que sustento de vida y diversidad.

Es importante preguntarse sobre el impacto que el maíz transgénico puede tener respecto al proceso de recreación y reproducción cultural en los pueblos indígenas y campesinos, en su ya difícil realidad social, política y económica. No sólo como un elemento más de la cadena productiva sino como un elemento cultural dentro de la cotidianidad de muchos pueblos. Hay muy diversas creaciones colectivas de los pueblos ocurridas a lo largo de los años y para generar productos tan cotidianos como los alimentos, las bebidas y textiles está el trabajo el cual puede parecer imperceptible a la mirada de una sola generación en la que la naturaleza y la cultura se relacionan a través de un proceso recíproco.²⁷⁹

Centrar la discusión y el análisis sobre el impacto ambiental en los diferentes rubros ya abordados, no basta. El espacio social-natural donde se encuentran el maíz y el teocintle, donde se siembra la semilla y crece la planta, donde se dan complejas interacciones ecológicas, ese espacio de convergencia entre el ser humano y la naturaleza donde se ha construido una gama igualmente rica en costumbres, prácticas, creencias, percepciones, está desapareciendo para dar lugar a fábricas de monocultivos, alterando en todos sus aspectos la relación ser humano-naturaleza, destruyendo campesinos, grupos indígenas y ecosistemas.

La agricultura no es un recurso para resolver únicamente la supervivencia ni tampoco son los métodos o tecnologías aisladas, es algo más complejo. Es resultado de experiencias acumuladas y sistematizadas durante siglos. Son experiencias consistentes con maneras propias de ver el mundo y entender la naturaleza, con esquemas de valores profundamente arraigados, con formas de organización social, es decir, la agricultura es parte de una cultura viva.²⁸⁰

279 Toledo, V. (2008a): *El campo mexicano: cornucopia de creadores, saberes y productos*. Distrito Federal, La Jornada del campo, 11 de marzo de 2008, p. 6.

280 Bonfil Batalla, G.(1994): *México profundo. Una civilización negada*. Distrito Federal, Grijalbo, p.36.

3.1 Sobre la agricultura en general

El sentido que se le ha dado a esta actividad, de igual manera que la ciencia y el resto de las actividades productivas en la sociedad, se ha visto influenciado y modificado por el modo de producción capitalista. Se ha transformado a la agricultura, en una industria mecanizada, dependiente del uso de agroquímicos, con mano de obra abaratada; en empresa usurpadora de grandes extensiones de tierra y materia prima, que busca incrementar rendimientos y sobretodo generar ganancias.

Pero la agricultura no ha sido siempre como es hoy. Las necesidades sociales han ido cambiando y del mismo modo ha cambiado la forma en que se cultiva, se distribuye y comercializan los productos de esta actividad. El asunto ahora, es lograr mantener esos espacios donde aún es posible elegir cómo cambiar y qué rumbo tomar al decidir qué se cultiva.

En el cúmulo de agriculturas existente, la manipulación y la transformación de los paisajes se logra a partir de la aplicación de diversas agrotecnologías, incluidas la arboricultura, vegecultura, horticultura y sistemas agrícolas de temporal, de riego, de pantano o humedales.²⁸¹ Igualmente hay una diversidad en las tecnologías aplicadas, en los sistemas hidráulicos y la topografía para la creación de terrazas, bordos, acequias, plataformas, camellones o reservorios para agua. Estos procesos y los avances logrados durante el curso que ha ido tomando la apropiación del entorno natural, provocan a su vez un efecto de retorno: la diversificación cultural y biológica.²⁸²

A lo largo de Meso y Sudamérica, los pueblos indígenas y pequeños campesinos han contribuido a la generación de la gran diversidad de cultivos que hoy tenemos y a su heterogeneidad morfológica y genética. Muchos de estos pueblos son los que, mediante su relación con la naturaleza han originado y contribuido con la diversificación de métodos, lenguajes y nociones que hay en los cultivos.

Llamaré *agricultura tradicional* a este complejo y diverso proceso generador de la diversidad de cultivos aún utilizados hoy en día. A la relación que han guardado estos pueblos con la naturaleza, relación que refleja la riqueza de formas y modos mantenidos, transmitidos y perfeccionados a lo largo del tiempo, sin las cuales la supervivencia de los seres humanos

281 Toledo, V. (2008a), *op. cit.*, p. 7.

282 *Ibid.*

no hubiera sido posible.²⁸³

Como contraparte, el tipo de producción industrializada o *agricultura industrializada* refleja otro tipo de intereses. Se procura un modo de producción intensivo, fragmentado, homogéneo, dependiente de insumos externos y que busca elementos, conocimientos, prácticas, formas y tiempos de producción, que sigan nutriendo al proceso de acumulación de capital y ganancias características del sistema capitalista.

Cabe señalar que estas formas de producción no son completamente antagónicas en su relación con el capitalismo. Sin embargo, en la segunda se cierran cada vez más los espacios para continuar desarrollando y nutriendo la diversidad biológica y cultural. Cabe decir que más que procurar la vida se procura el deterioro y la destrucción.

El modo en como se ha transformado la agricultura a partir del capitalismo es un tema muy extenso, por lo que mencionaré *a grosso modo* algunos aspectos que se relacionan directamente con algunas modificaciones tecnológicas asociadas al desarrollo mismo de la biología, específicamente a partir de la revolución verde.

3.2 Centros de origen y diversidad

Conviene detenerse un momento en el trabajo realizado por Nikolai I. Vavilov. La importancia de su trabajo sobre el origen de la agricultura, radica no sólo en su contribución a la descripción y análisis biológico de las especies que fue encontrando a lo largo de 52 países, sino que reconoció el papel que jugaron y juegan las culturas en la diversificación de estos cultivos.

A inicios de la década de 1920 existía en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) un interés por la recopilación en el menor tiempo posible de información sobre recursos varietales del reino vegetal para mejoramiento genético y contribuir no sólo con el mejoramiento de la agricultura soviética sino también con estudios comparativos y de exploración. Vavilov, apoyado por el Instituto Pansoviético de plantas, realizó un recorrido por los cinco continentes y recolectó muestras de especies importantes como la papa, el maíz, las cucurbitáceas y otros.

A partir de este trabajo, Vavilov reconoce y establece el concepto de centros de origen,

283 Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008b): La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona, Icaria Editorial, p. 32.

los cuales se definen como regiones del planeta en donde ocurrió un proceso de domesticación de las plantas silvestres que conforman los sistemas alimentarios de los distintos pueblos.²⁸⁴

Estableció ocho centros de origen, entre los que se encuentra Mesoamérica y que se conocen como “Centros Vavilov”. Tan sólo en esta región, encontró 66 especies cultivadas cuyos centros de origen se encuentran en Centroamérica y México.

Vavilov reconoció que ...

*[...] la flora cultivada del Nuevo Mundo en la época precolombina es completamente independiente en cuanto a especies y aún géneros, los cuales son ajenos al Viejo Mundo. [...] Los agricultores del antiguo México, le prestaban mucha atención a la vegetación silvestre, lo que confirma la considerable cantidad de plantas comestibles que se empezaron a cultivar. [...] Hasta el presente, los agricultores de México y Centroamérica utilizan muchas plantas silvestres.[...] Dentro de los límites de este territorio relativamente pequeño se observa una diferenciación bien marcada del proceso de especiación y de constitución de nuevas formas.*²⁸⁵

Para el caso específico de México, encontró que posee la mayor abundancia de especies cultivadas endémicas, incluso que aquí se concentra la máxima diversidad varietal de maíz.²⁸⁶

Esta diversidad de plantas cultivadas se encuentra directamente asociada a su localización geográfica y a la excepcional diversidad de condiciones ecológicas, pero también...

[...] ha jugado un gran papel la diferenciación de los pueblos, los cuales son cruciales en la distribución de las especies y variedades cultivadas. [...] A la

284 Boege, E. (2008): Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz, *Revista Ciencias*, 92-93. Distrito Federal, Facultad de Ciencias-UNAM, p. 18.

285 Vavilov, N.I. (1994)[1930]: México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del Nuevo Mundo. *Revista de Geografía Agrícola, estudios de la agricultura mexicana*, Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo, p. 17.

286 *Ibid*, p. 23.

*luz de los datos establecidos, sobre la evidente localización geográfica de los recursos vegetales alimenticios de partida, para nosotros, se hace comprensible la localización de grandes civilizaciones: maya, azteca, zapoteca y tolteca. Se agrupaban las grandes culturas humanas de la antigüedad, precisamente en las regiones, en las cuales se demostró -por el método geográfico botánico diferencial- que eran en el pasado la fuente inicial de alimentos en Norteamérica. [...] La composición de los recursos varietales iniciales es mayor, precisamente en donde se agrupan las culturas más antiguas.*²⁸⁷

Entonces,

*La coincidencia de los principales focos mundiales de constitución de nuevas formas de plantas cultivadas (centro de origen) [...] se hace dialécticamente más claro si se relaciona con el proceso general de la evolución de las plantas con los factores ambientales y sociales.*²⁸⁸

El proceso de domesticación y diversificación de las plantas cultivadas ocurre en el contexto de un proceso de reproducción-recreación cultural propia de los pueblos que lo llevan a cabo.

A partir de estos hechos, Boege resalta algunos de los criterios que permiten definir esta región como centro de origen, que como vemos, involucra no sólo variables biológicas sino también sociales. Estos criterios están directamente relacionados con la domesticación y diversificación del maíz. Por ejemplo: son áreas con una larga historia agrícola que se encuentran delimitadas por barreras naturales -oroográficas, de vegetación y climáticas- y se caracterizan por la concentración de variedades de la misma especie o de especies afines. En ellas hay una gran diversidad de seres vivos y múltiples ecosistemas así como una presencia ininterrumpida de agricultores nativos que han cultivado, transformado, domesticado, diversificado y dispersado estas especies, influyendo igualmente en la diversidad a través de

287 *Íbid*, p. 24.

288 *Íbid*, p. 26.

procesos de selección artificial.²⁸⁹

Es importante señalar que Vavilov se refiere al proceso de domesticación no sólo al momento en que se inició la diferenciación de los cultivos de sus parientes silvestres, sino también al proceso evolutivo: una especie de coevolución entre plantas y los pueblos indígenas y campesinos que siguen cultivando y seleccionando las semillas y cultivares -fitomejoradores tradicionales- que utilizan métodos específicos y variados para la selección y mejoramiento de semillas.

Esta constante selección y adaptación de las plantas domesticadas al medio y las preferencias culturales han generado variedades adaptadas al trópico húmedo y semihúmedo, resistentes a vientos intensos, a semidesiertos y alturas con clima templado de hasta 3300 metros de altitud. De tal manera que en espacios relativamente pequeños hay grandes variaciones de las especies afines tanto silvestres como domesticadas.

Vavilov reconoció que las comunidades campesinas y los pueblos indígenas que han permanecido en sus territorios durante largo tiempo mantienen líneas genéticas originales de las plantas domesticadas, por lo que una de las características más importantes de los centros de origen es la de ser a la vez centros de domesticación, de evolución y de diversificación genética. Los procesos de domesticación y de construcción de lo que Vavilov consideró como centros de origen, involucra un largo proceso de adaptación y dispersión continua. Los agricultores campesinos e indígenas pueden partir de un germoplasma común y en la medida en que ciertas características morfológicas son seleccionadas por cada pueblo, se van destacando determinados rasgos de una sola fracción del genoma, lo que se expresa generalmente en el fenotipo, resultando en distintas razas y variedades.

Es importante reconocer el papel que los pueblos indígenas y campesinos han jugado al ser quienes influyen directamente en la construcción de la diversidad biológica de diferentes cultivos y en particular del maíz.

Entonces, cuando se dice que México es centro de origen y diversidad de este cultivo, hay que comprender que su importancia no radica en el hecho en sí mismo o desde una perspectiva meramente biológica, sino que es resultado de un proceso de una relación constante y de trabajo colectivo a lo largo del tiempo con la naturaleza.

289 Boege, E. (2008), *op. cit.*, pp: 18-23.

Fue Charles Darwin quien describe por primera vez cómo opera la *selección artificial* en plantas y animales, favoreciendo la sobrevivencia de las variantes *deseables* y *útiles* para los seres humanos y eliminando las indeseables. De esta manipulación resulta un proceso evolutivo: *la domesticación*.

Veamos con un poco más de detalle cómo es que esta diversificación se ha ido logrado a partir de una relación que podemos llamar agriculturas tradicionales, en tanto que las motivaciones, formas y usos se distinguen de la motivación regida por una racionalidad meramente económica e instrumental.

3.3 Sobre la agricultura tradicional

El origen y desarrollo de la agricultura merece otro trabajo por su complejidad y extensión, sin embargo podemos mencionar que en esta actividad hay una búsqueda constante por satisfacer necesidades básicas de supervivencia, tanto físicas como espirituales y lo que hoy llamamos *agriculturas tradicionales* es lo que aún queda de esa gama de relaciones que son resultado de un complejo proceso coevolutivo²⁹⁰ entre sistemas naturales y sociales.²⁹¹

Este tipo de agricultura encuentra sus inicios hace 10,000 años, cuando los seres humanos aprendieron a domesticar y cultivar plantas y animales y a dominar ciertos metales.²⁹²

El desarrollo de la agricultura, en particular en América, se ha diferenciado desde sus inicios con la del resto del mundo. La agricultura en el Nuevo Mundo surge y se desarrolla con base en su propia diversidad de flora silvestre y en condiciones materiales distintas a las del Viejo Mundo. Los agricultores le prestaban mucha atención a la vegetación silvestre, lo que confirma la considerable cantidad de plantas comestibles que se empezaron a cultivar, así como la existencia de plantas ornamentales.²⁹³

De tal forma que los sistemas agrícolas tradicionales, en particular los de Mesoamérica, se caracterizan, entre otras cosas, por la diversidad de las plantas, generalmente en forma de policultivos y patrones agroforestales²⁹⁴ donde al sembrar múltiples variedades²⁹⁵

290 “No resulta impropio hablar incluso de un proceso de coevolución en el que las culturas interactúan, domeñan y domestican con tal tersura a la naturaleza, sus fenómenos y sus productos, que al final las culturas requieren de la naturaleza tanto como la naturaleza necesita de las culturas.” Toledo, V. (2008a), *op. cit.*, p. 7.

291 Altieri, M. (2004): Aspectos socioculturales de la diversidad del maíz nativo. Para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Como parte de la Iniciativa del Artículo 13: *Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México*. Québec, p. 4.

292 Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008b), *op. cit.*, p. 43.

293 Vavilov, N.I. (1994), *op. cit.*, p. 17.

294 Altieri, M. Biodiversidad multifuncional en la agricultura tradicional latinoamericana. *LEISA, Revista de agroecología*, (15), 3-4. En: <http://latinoamerica.leisa.info>.

295 Como ocurre con los campesinos andinos que tienen hasta 50 variedades de papa en sus campos o los

de cada cultivo aseguran la diversidad dentro de la especie y entre las especies, incrementando la seguridad de las cosechas ante eventuales cambios ambientales o plagas. En paralelo se construye una heterogeneidad espacial y la diversidad biológica.²⁹⁶

En los lugares donde predomina este tipo de agricultura, con un uso mínimo de insumos industriales, ha producido paisajes muy heterogéneos y variados.²⁹⁷ Son por lo general, sistemas que buscan el aprovechamiento óptimo de recursos locales en función de la mejor adaptación a las condiciones del medio. Esto a partir de los conocimientos, la tecnología y las formas de organización social del trabajo, las preferencias y los valores de cada grupo social.²⁹⁸

Entre los policultivos, las milpas²⁹⁹ son espacios donde se siembra maíz junto con otras plantas, imitando la diversidad que encontramos en la naturaleza. Hay muchas milpas según el productor, pueblo indígena o región climática. Este sistema agrícola ha permitido adaptar y seleccionar las plantas a muy diferentes circunstancias ambientales, en un proceso que implicó siglos de observación, prácticas de manejo y adaptación, conformando un cuerpo de conocimiento cuya construcción involucra a mujeres, hombres y distintos grupos de edad. De tal manera que podemos decir que el fitomejoramiento tradicional es un proceso colectivo que involucra varios elementos y que si tal vez no se da en una parcela, en otra sí.³⁰⁰

Junto con este proceso, se ha desarrollado la capacidad de seleccionar diferentes atributos (sabor, textura, tamaño, color, cantidad relativa de compuestos tóxicos) que suelen ser distinguidos entre las poblaciones por ser las de mejor calidad y por tener alguna utilidad de acuerdo a las necesidades de subsistencia.³⁰¹ Estos atributos útiles y de mejor calidad cambian de región en región, de acuerdo a la cultura, a la cosmovisión de aquéllos que usan diferentes plantas, semillas, tallos, animales u hongos, así cómo los parámetros que los

indígenas y campesinos mexicanos que usan el teocintle como fuente de variación en sus cultivos a través de hibridación.

Íbid.

296 *Íbid.*

297 *Íbid.*

298 Bonfil Batalla, G., *op. cit.*, p. 53.

299 Por su nombre en náhuatl (*milli*, cultivo y *pan*, locativo) la milpa es el *lugar de cultivo*; como su eje es el maíz, por extensión se llama milpa a un campo sembrado con este grano, al que acompañan muy diversas plantas. La forma más conocida es la milpa clásica, en la que se intercalan maíz, frijol, calabaza y chile. Buenrostro, M. (2008) Las bondades de la milpa. *Revista Ciencias*, 92-93. Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, p. 30.

300 Boege, E., *op. cit.*, p. 27.

301 Casas, A., Caballero, J., Mapes, C., Zárate, S. (1997): Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Bol. Soc. Bot.*, 61, México, p.39.

definen como de mejor calidad. Es decir, se decide qué planta o parte de ella y cómo usarla de acuerdo con el papel que éstas tienen en la subsistencia, convivencia y cosmovisión de cada grupo humano, lo cual determina la cantidad que de tal recurso se utiliza y motiva la búsqueda para asegurar su disponibilidad y su calidad.³⁰² En consecuencia, la disponibilidad espacial y temporal que naturalmente tiene una planta, un hongo o un árbol, también influye en la toma de decisiones.³⁰³

Estas particularidades culturales han influido en la diversidad del maíz a través de la selección artificial. La distinción de las variantes por cada pueblo indígena o campesino y su preferencia selectiva en función del uso, adquiere gran relevancia para los procesos de domesticación, diversificación y evolución de las plantas.

Al hablar de *subsistencia humana*, es importante recordar cuando Marx se refiere en la *Ideología Alemana* no sólo a la supervivencia en términos físicos, sino también espirituales, es decir, aquello que afectiva y sensitivamente resulta de trascendencia y significado para una cultura particular, para un sujeto colectivo en un contexto de tiempos y espacios específicos.

A partir de las muy diferentes manifestaciones que existen de la relación entre los campesinos e indígenas con la naturaleza, las plantas van adquiriendo importancia o sentido a través el uso que se les da. Sin dejar de ser un objeto natural, se convierte simultáneamente en un bien social que va construyendo diferentes significados. Uno de ellos se construye a partir del uso práctico-instrumental, meramente utilitario³⁰⁴, pero al mismo tiempo hay muchos otros significados también prácticos y reales, asociados a los deseos, a los gustos, a la subjetividad de cada individuo o población. Por ello, a través de la relación material y cotidiana con el manejo de la planta, la semilla y la tierra, es que se construye un cuerpo social, una identidad colectiva y cultural. Esta cultura a su vez fortalece la autonomía de los pueblos, la cual es una base fundamental que se hereda, que cada pueblo construye y sobre la cual ejerce control y decisión. Esta autonomía se vive como un proceso continuo y colectivo donde lo que se decide y se hace no está regido por tiempos o interés ajenos, sino que se construye desde el

302 *Íbid.*

303 *Íbid.*

304 En el caso del maíz hay diferentes usos de prácticamente toda la planta: las raíces dan sostén al suelo; la caña se usa como forraje y combustible; las hojas o totemoxtle como forraje, artesanía, como envoltura de comestibles como el tamal; los “pelos” de elote o jilote tienen uso medicinal; la panoja o espigas como alimento para ganado; el elote/maíz como materia prima en una muy diversa gama de platillos y materia prima que garantiza la siembra cada año al seleccionar y almacenar la semilla; el elote como combustible o “burro” (desgranador).

interior de una colectividad ya sea campesina, indígena o barrial.³⁰⁵

Uno de los significados que el campesino va construyendo sobre el maíz³⁰⁶ a través del trabajo, al seleccionar, sembrar, cosechar la semilla, cuidar la planta de la invasión de hierbas, de las plagas, es el de la satisfacción en tanto que maíz-alimento. Detrás de esta construcción hay un trabajo, el cual puede ser definido como “... *la actividad vital, la vida productiva misma, [que] aparece ante el hombre como medio para satisfacer una necesidad: la necesidad de conservar la existencia física.*”³⁰⁷ A través del trabajo, de esta actividad vital, los campesinos y pueblos indígenas se relacionan con la naturaleza.

En los Manuscritos de 1844, Marx plantea:

*La vida de especie, en el hombre y en los animales consiste físicamente en que el hombre (como animal) vive de la naturaleza inorgánica [...] en cuanto es 1) su medio directo de vida y 2) el material, el objeto y el instrumento de su actividad vital.*³⁰⁸

A través de este trabajo se busca garantizar la reproducción biológica. El ser humano vive de la naturaleza y esto ...

*[...] significa que la naturaleza es su cuerpo, con la cual permanece en continuo intercambio so pena de perecer. Que la vida física y espiritual del hombre está unida a la naturaleza significa simplemente que la naturaleza está unida a sí misma, porque el hombre es parte de esa naturaleza.*³⁰⁹

305 Una forma de autonomía es la que han llevado a cabo los Municipios Autónomos Rebeldes Zapatistas (MAREZ). En ellos se han satisfecho necesidades básicas como educación, salud, aplicación de la justicia, cuidado de la naturaleza y producción de alimentos a partir del trabajo colectivo y de la recuperación de los medios de producción.

306 En particular, pero se puede generalizar a la *naturaleza*, como Marx comenta: “*el hombre vive de estos productos de la naturaleza en forma de alimento, combustibles, vestidos, vivienda y en cualesquiera otras formas*”. Marx, K. (1976)[1844]: *Manuscritos económico-filosóficos de 1844*. México, Ediciones de Cultura Popular, p. 74.

307 *Ibid*, p. 75.

308 *Ibid*, p. 74.

309 *Ibid*, p. 75.

Los campesinos y pueblos indígenas en algunos casos todavía se asumen de esta manera con relación a la naturaleza. A través del trabajo se proyecta su espíritu, su motivación creadora e innovadora:

*[...] la vida engendra más vida. El carácter total de la especie -su carácter específico- está contenido en el carácter de su actividad vital; y la actividad libre, consciente, es el carácter de la especie humana.*³¹⁰

Este carácter libre del trabajo se ve deformado cuando el trabajo se enajena, el trabajador no se afirma sino que se niega. Esta enajenación se expresa tanto en la relación que el trabajador tiene con el producto de su trabajo como con la relación con el acto de la producción dentro del trabajo³¹¹, viviéndolo como actividad extraña que no le pertenece sino que le pertenece a otro y por lo tanto es la pérdida de sí mismo.³¹²

El hombre no se distingue de su actividad vital, es decir, de su vida productiva que es aquella que satisface su subsistencia, sino que a diferencia del resto de los animales³¹³ también produce ...

*[...] sin la coacción de la necesidad física y cuando se halla libre de ella es cuando verdaderamente produce [...] la producción práctica de un mundo objetivo, la elaboración de la naturaleza inorgánica es la afirmación del hombre como un ser genérico consciente [...]*³¹⁴,

... que tiene voluntad y de este modo es que su propia vida se presenta como un *objeto* para él, y es a través de esa voluntad que hace al hombre libre y la vida misma aparece como un medio de vida.³¹⁵

310 *Íbid.*

311 *Íbid*, p. 73.

312 *Íbid.*

313 Marx reconoce que los animales también satisfacen su necesidad física inmediata, como las abejas, los castores o las hormigas, quienes también construyen un nido o se procuran alimento, y por lo tanto es en este sentido que también producen.

314 *Íbid*, p. 76.

315 *Íbid*, p. 75.

El trabajo en el campo se ha visto también invadido por este tipo de trabajo enajenado. Los agricultores han ido perdiendo el control sobre sus medios de producción pero no por completo. Aún cuando la política a seguir es la de deforestar, acumular, despojar, destruir o contaminar, hay pueblos que han logrado defender y mantener un manejo y cuidado comunitario de sus semillas y de su entorno natural. Actualmente, más del 50% del territorio nacional pertenece a ejidos y comunidades indígenas y campesinas, bajo su cuidado están las selvas y bosques, las semillas y su diversidad.³¹⁶ Muchos de estos ejidos y comunidades defienden sus territorios ante las estrategias que se llevan a cabo por parte de intereses capitalistas para fragmentar, patentar, privatizar o destruir los recursos naturales.

Por ello, en el *Primer Encuentro de los Pueblos Indígenas de América*, diferentes pueblos, naciones y grupos se pronunciaron a favor de la resistencia en contra del sistema capitalista de producción, exaltando y defendiendo la relación que han tenido desde tiempo atrás con la tierra.

*Rechazamos la destrucción y el saqueo de la madre tierra a través de la ocupación de nuestros territorios para la realización de actividades industriales, mineras, agroempresariales, turísticas, de urbanización salvaje e infraestructura, así como la privatización del agua, la tierra, los bosques, los mares y las costas, la diversidad biológica, el aire, la lluvia, los saberes tradicionales y todo aquello que se nace en la madre tierra. Nos opondremos a la certificación de las tierras, costas, aguas, semillas, plantas, animales y saberes tradicionales de nuestros pueblos con el propósito de privatizarlos.*³¹⁷

Sin negar que el modo en el que los pueblos indígenas se han desarrollado no ha estado libre de mercancías, hay que señalar que su producción social ha tenido mucho más que ver con la generación de valores de uso más que con valores de cambio.

La relación de los pueblos indígenas y campesinos con la tierra trasciende pues la

316 Díaz, L., Serna, E. y Valero, A. (2010): Guerras de conquista...¿enmascaradas? Las políticas agroalimentarias y ambientales en México. *Revista Rebeldía*, 70, Distrito Federal, p. 64.

317 Pueblos, tribus y naciones participantes en el Encuentro de Pueblos Indígenas de América. (2007): *Declaración de Vicam*. Sonora. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>.

mera generación de mercancías como medio para la maximización de ganancias. No solamente se trata del rechazo a una tecnología al servicio del capitalismo, en este caso, el maíz transgénico, sino que se trata también de la defensa y recuperación de los medios de producción, es decir, de tierras y semillas, del trabajo mismo y de su importancia como elemento de vínculo comunitario. Como ejemplo de lo anterior, citamos:

*Para nosotros la resistencia es la otra política, es el fortalecimiento de la comunalidad, de la autonomía de la integración del pensamiento y del sentimiento de identidad de nuestro ser indígena, es nuestra alternativa histórica, es el camino que nos queda, es resultado de nuestra historia, siempre resistir es conservarnos, cuidarnos, permaneciendo, hablando nuestras lenguas, cuidando a nuestros hijos, nuestros maíces, cuidando nuestra manera de enseñar, nuestra manera de cuidar nuestra madre tierra, esa es la otra política.*³¹⁸

Podemos decir entonces que existe una *dimensión política del valor de uso*, ya que los significados que puede tener la naturaleza para un individuo, para una colectividad, trasciende a su significado meramente utilitario y práctico que busca resolver la existencia física de la humanidad sino que contribuye con la construcción de elementos que enriquecen a más de una identidad cultural.

El proceso a partir del cual se generan esos valores de uso, al estar en manos de quienes los producen y consumen, trasciende la dimensión meramente económica y adquiere una dimensión política orientada por los mismos pueblos o campesinos.³¹⁹

3.4 El maíz, un eslabón social

A partir de conocimientos, prácticas y formas de organización, los pueblos indígenas y campesinos van construyendo una riqueza que se valora sólo en términos de su uso cotidiano

318 Pueblos y tribus reunidas en Xayakalan. (2009): *Declaración de Xayakalan*. Michoacán. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>

319 Jardón Barbolla, L., *op. cit*, p. 64.

y colectivo. Producto de su relación con la tierra a partir del aprovechamiento diversificado del territorio, el maíz es uno de los elementos que contribuyen a esa riqueza social y biológica.

Como ejemplo tenemos la gran diversidad de razas y variedades de maíz que fueron descritas minuciosamente por Efraím Hernández Xolocotzin y sus colaboradores³²⁰. Y detrás de esta diversidad está el trabajo que los campesinos e indígenas han dedicado al cultivo del maíz y de la tierra, en el presente y a lo largo de miles de años. Detrás del trabajo de los campesinos e indígenas está la motivación que enriquece y alimenta su cotidianidad al tener el control de la producción de sus propios valores de uso. Ellos deciden qué sembrar, cómo sembrarlo, qué comer y cómo comerlo.

El esfuerzo aplicado a obtener de la naturaleza lo que se requiere para satisfacer las necesidades humanas, son un medio para relacionarse con la naturaleza³²¹ y a través de esta relación construirse creativamente.

Hay una práctica lógica en la distribución del tiempo de trabajo y en la diversificación de las actividades que tiende a la autosuficiencia, no sólo individual ni familiar, sino incluso a nivel de barrio, pueblo o comunidad.³²² El trabajo adquiere un sentido de reciprocidad en su relación con la naturaleza³²³ y no sólo como actividad de control y dominación.

Porque, “... concreto es el ser singular que se encuentra inmerso en un proceso en que él, con su estar ahí y actuar, se encuentra “haciendo” a los otros, alterando su existencia, y en que, al mismo tiempo se encuentra también dejándose hacer por ellos”³²⁴, y esta reciprocidad también se construye con la gente y con la naturaleza.

La tierra y sus recursos no son necesariamente una mercancía, ni tampoco entidades con dueños y propietarios privados, sino que pueden tener muchos otros significados. Son un recurso productivo, un territorio común, es tierra de los mayores, de los difuntos, es un ente vivo que reacciona ante la conducta de los hombres, por ello la relación no es mecánica.³²⁵

Entonces ya no sólo es importante el maíz-alimento, sino también el maíz-cultura, el

320 Hernández, X; Wellhausen, E; Roberts, L y Mangelsdorf, P. (1987): Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. En: Xolocotzia. *Obras de Efraím Hernández Xolocotzi*. Texcoco. Universidad Autónoma de Chapingo.

321 Bonfil Batalla, G., *op. cit.*, p. 56.

322 *Íbid.*

323 Bonfil Batalla, G., *op. cit.*, p.70.

324 Echeverría, B. (2001), *op. cit.*, p. 128.

325 Bonfil Batalla, G., *op. cit.*, p. 64.

maíz-diversidad gastronómica, el maíz-medicina, el maíz- espíritu, el maíz de los cuentos, de las tradiciones, el maíz-agroecológico, en pocas palabras, el maíz como valor de uso. El maíz milenario que alimenta el corazón de las culturas que habitan el territorio mexicano desde épocas prehispánicas y que aún viven en él. Es decir, el maíz que junto con muchos otros elementos naturales permite al *sujeto colectivo* reproducirse, reconstruirse, creando su propia *riqueza objetiva* en colectividad.

La determinante influencia del maíz sobre la población indígena y campesina ordena desde hace muchos siglos gran parte del territorio mexicano. La adecuación recíproca del maíz al hombre y del hombre al maíz³²⁶ en cualquier comunidad campesina se ve reflejada, por ejemplo en la distribución de las casas la cual se puede entender precisamente en función de los requerimientos locales del cultivo del maíz, por la conformación y relieve del terreno, el clima y la forma de aprovechar el agua.³²⁷

El maíz es parte de una historia tejida con los pueblos indígenas de Mesoamérica. Una de sus principales características como ya se ha ido mencionando, es la variabilidad, la cual resulta no sólo de las propiedades genéticas del mismo sino también de las prácticas y usos que se le ha dado. El maíz es resultado de la relación de alianza con los otros.³²⁸

Esta historia tejida comienza con los procesos de domesticación y diversificación ocurrida en Mesoamérica, centro de origen de muchas plantas cultivadas hoy en día, a partir de eslabones silvestres. La localización geográfica de la diversidad de plantas cultivadas dentro de los límites del sur de México y Centroamérica está relacionada en gran medida con la diversidad de condiciones ecológicas que incluyen desde el trópico húmedo, al nivel del mar, hasta áreas en los límites de la agricultura por altitud (3300 msnm); de semidesiertos, en las partes altas montañosas a desiertos bajos.³²⁹

Al respecto, no hay duda de que las influencias naturales-históricas en el proceso de

326 “Muchas especies domesticadas dependen de los humanos para su cultivo, pero el maíz es probablemente la planta más dependiente que conocemos; unos cuantos años sin nuestra atención y las semillas de la mazorca, totalmente cubierta por varias capas de hojas modificadas conocidas como totemoxtle, quedarían capturadas impidiendo su germinación o el establecimiento adecuado al germinar amontonadas.” Perales, H. (2008): El maíz, riqueza de México, *Revista Ciencias*, 92-93, Distrito Federal, UNAM, p. 48.

Sin poder asegurar la extinción del maíz, la historia evolutiva de esta planta sería muy otra sin la intervención de la mano humana.

327 Bonfil Batalla, G., *op. cit.*, p. 33.

328 Neurath, J. (2008): La boda del maíz y la fragilidad de la alianza, *Revista Ciencias*, 92-93, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, p. 36.

329 *Íbid.*

evolución, están relacionadas con el tiempo y el espacio compartidos con las culturas y pueblos. La coincidencia de los principales focos mundiales de constitución de nuevas formas de plantas cultivadas (centro de origen) se hace más claro si se relaciona con el proceso general de la evolución de las plantas con los factores ambientales y sociales.³³⁰

Así que al dispersarse el maíz por México y el resto de América y otros continentes, las distintas condiciones ambientales en que se ha sembrado y las preferencias de distintos grupos humanos son los factores que influyen también en las modificaciones genéticas que presenta.

Por ejemplo, en ambientes templados se generaron maíces que germinan a temperaturas bajas, con maduración muy tardía para aprovechar tantos días de crecimiento como sea posible y con pigmentación morada para protegerlos de la luz ultravioleta, más intensa en regiones de altura. En ambientes secos y cálidos, fueron maíces con ciclos muy cortos para escapar a las sequías. Los ambientes húmedos exigieron maíces capaces de tolerar enfermedades.³³¹

En fin, ninguna otra planta ha presentado tanta plasticidad como el maíz, siempre asociado al interés y uso que cada grupo indígena le ha querido dar.³³² Este tipo de factores han hecho que el maíz se adapte a distintos ambientes y a las necesidades e intereses humanos.

Ligado directamente a la diversidad del maíz está su enorme potencial como cultivo con múltiples usos. El maíz es el único entre los cereales mayores que se puede consumir como verdura -elote y jilote- y grano seco, y es también el único en el que una enfermedad, el carbón del maíz – cuitlacoche (*Ustilago maydis*)- es consumida como una delicadeza.

Además, a través de la nixtamalización con cal, al eliminar la cubierta del grano haciéndolo menos fibroso, se elabora una masa más elástica lo que permitió la elaboración de la tortilla. Este proceso único en México, tiene además ventajas nutricionales ya que incrementa el consumo de calcio, hace más eficiente la asimilación de proteína, reduce las aflotoxinas comunes del maíz y libera la niacina (vitamina B3) presente en el grano evitando la pelagra, que es común cuando se consume maíz sin nixtamalizar.

330 *Íbid.*

331 Perales R. H., *op. cit.*, p. 45.

332 En Perú, el uso como grano entero desarrolló maíces con granos muy grandes y harinosos, además se desarrollaron maíces con intensa coloración morado-rojizo para la chicha (bebida de maíz que incluye al olote). Perales R. H., *op. cit.*, p. 48

También tiene una relevancia espiritual, ceremonial y filosófica. Porque “... *el maíz es vida, el maíz da resistencia, el maíz da fuerza, el maíz da sabiduría, el maíz da alegría, el maíz da coraje, pero también da chicha*”.³³³

La relación entre los pueblos indígenas y el maíz se dibuja de muchas maneras. “*La identificación mesoamericana con el maíz revela una forma amerindia de relacionarse con el otro*”.³³⁴ Por ejemplo, en muchas historias se dice que estamos hechos de maíz, se relaciona también con fenómenos naturales o con los puntos cardinales: “[...] *es la sagrada piedra de Ah Chac Mucen Cab [...] está en el oriente [...] el maíz rojo y tostado es su maíz [...] es la piedra sagrada del norte [...] el maíz blanco es su maíz [...] el pedernal negro es la piedra del poniente [...] el maíz pinto es su maíz [...] es la piedra del sur [...] el maíz amarillo es su mazorca [...]*”.³³⁵

En algunos pasajes del Popol Vuh se describe claramente cómo en las historias de la creación de los indígenas mesoamericanos, maíz y humanidad están indisolublemente ligados, al grado de que se considera que los seres humanos estamos hechos de este grano y por eso somos gente de maíz.³³⁶

Y moliendo entonces las mazorcas, amarillas y la mazorcas blancas, hizo Ixmucané nueve bebidas, y de este alimento provinieron la fuerza y la gordura y con él crearon los músculos y vigor del hombre. [...] De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos y las piernas del hombre. Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres [...].³³⁷

Otro ejemplo lo encontramos en la cultura Olmeca, la cual representó el universo fincado en su poder simbólico. Fueron tomados del maíz y su cultivo, los modelos para el ciclo de muerte y resurrección, para la unión del cielo y la tierra, para la fertilidad y la

333 Comandante Zebedeo. (2004): Luchar es cultura. *Revista Rebeldía*, 15. Distrito Federal, p. 50.

334 Neurath, J., *op. cit.*, p. 35.

335 Chilam Balam de Chumayel (2006) Traducción de Antonio Mediz Bolio y prólogo de Mercedes de la Garza, México, CONACULTA.

336 Vasallo, Miguel. (2008): *Mat's: la fuerza que corre por nuestras venas. El uso del pozol, una bebida de maíz, en algunas comunidades del área maya. Un estudio diacrónico*. Tesis para obtener el título de Licenciado en Etnohistoria. Distrito Federal, ENAH, p. 36.

337 Popol Vuh (1993): Popol Vuh. Las antiguas historias del Quiché. Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica, pp: 103-104

creatividad.³³⁸

Y en la cultura Wixarika encontramos un mito donde el origen del maíz es un pacto matrimonial entre *Watakame*, el ancestro de los huicholes y una diosa con 5 hijas, las *Niwetsikas* (maíz rojo, maíz amarillo, maíz negro, maíz pinto y maíz blanco), mostrando que la relación entre el hombre cultivador y las plantas de maíz equivale a un matrimonio frágil que implica establecer una alianza con los dioses, con la tierra, con la vida misma.³³⁹

Como vemos, la identificación mesoamericana de los seres humanos con el maíz no debe entenderse como un discurso único sobre la naturaleza físico-biológica, sino sobre la conformación de relaciones sociales donde la diversificación de la naturaleza es proceso y resultado.³⁴⁰

Sin embargo, este vínculo entre naturaleza y sociedad ejemplificada en la relación maíz-grupos indígenas y campesinos, se ve alterado, deformado e incluso destruido al ser desplazado por una única voluntad ajena al interés colectivo: aquella que existe sólo para crear mercancías como un medio para maximizar ganancias.

Entre algunas consecuencias de este proceso, encontramos que el territorio se ha fragmentado por la expropiación de tierras a indígenas y campesinos, por las políticas de división administrativa del territorio, por el establecimiento de ciudades y centros de explotación o por la construcción de obras públicas³⁴¹ y privadas.

A través del despojo el territorio es deformado y transformado para obtener materia prima y mano de obra barata, trastocando de fondo la relación entre los seres humanos y con la naturaleza. Se valora a la diversidad en función de una racionalidad únicamente económica, que favorece un solo tipo de ganancia más lucrativa.³⁴²

Los cultivos de diferentes granos pero en particular el maíz, devienen en agronegocio empresarial mientras que la milpa campesina desaparece. La expansión de los monocultivos en América Latina es consecuencia de la consolidación de un proyecto productivo, extractivo y de transferencia de naturaleza de los países coloniales y semicoloniales a los países industrializados, en función de la acumulación de ganancias. Esta forma de producción se

338 Perales R. H., *op. cit*, p. 49.

339 Neurath, J., *op. cit*, p. 36.

340 Santos, M. (2000), *op cit*, p.111.

341 Bonfil Batalla (1994), *op cit*, p.52.

342 Levins, R. (2001): Cuando la ciencia nos falla. *Revista Internacional Marx Ahora*, 11. La Habana, Ciencias Sociales, p. 137.

impone en muchos países de la región de la mano de las empresas transnacionales.³⁴³

El maíz está amenazado por la tendencia a transformar un cultivo campesino de milpa, en una siembra intensiva y empresarial alterando drásticamente el uso de suelo. Podemos llamar *agrocolonialismo*, a todo este proceso a partir del cual los gobiernos y empresarios asociados con las burguesías locales se lanzan en una avalancha de adquisiciones internacionales de campos y tierras de pequeños agricultores, a muy bajo costo o bien, se rentan por largos años.

Este proceso no empezó con el maíz transgénico, sino de manera más general con el avance del capitalismo sobre el campo. Este recurso tecnológico es sólo una expresión más acabada, quizá la más actual de ese agrocolonialismo.

Mason Hart hace un análisis profundo sobre el avance que el capitalismo ha tenido en el campo mexicano a partir de las diferentes circunstancias que rodeaban a los sectores involucrados en la revolución mexicana. Ya en aquel entonces, debido a la comercialización agrícola y a la centralización política ocurrida entre 1707 y 1910, hubo muchos movimientos indígenas y campesinos que peleaban por conseguir la descentralización y lograr la autonomía.³⁴⁴ Para 1910, las formas más avanzadas del capitalismo estaban bien asentadas con una minería técnicamente desarrollada, una maderería a gran escala, ranchos, procesamiento de hule y ferrocarriles.³⁴⁵

El proceso de despojo de medios de producción sigue vigente mientras la soberanía y la autonomía que acompaña a las semillas en manos de los campesinos y pueblos indígenas está siendo transferida a los despachos de las grandes transnacionales.

El acceso a las semillas había sido hasta hace poco el intercambio directo, pero ahora se rige por una serie de mandatos legales basados en un principio de exclusión. Las semillas cultivadas por los campesinos y pueblos indígenas corresponden a las necesidades locales pero ahora las semillas que son producto de la ingeniería genética satisfacen las especificaciones de una agricultura globalizada e industrializada, creada no para alimentar a la gente sino a las mismas corporaciones y sus intereses³⁴⁶ (por ejemplo, alimentar autos y

343 Gainza, p; Viera Cherro, M.(2009): Desplazamientos involuntarios por los agronegocios en Uruguay.

Revista Biodiversidad (61), 5. En: www.biodiversidad.org

344 Mason Hart, J. (1998): *El México revolucionario. Gestión y proceso de la Revolución Mexicana*. México, Alianza Editorial, p. 81.

345 *Íbid.*

346 Kloppenburg, J., *op. cit*, p. 184.

ganado, ambos recursos reservados a un sector de la población mundial).

Cabe entonces analizar qué significa la semilla para los pueblos indígenas y campesinos y distinguirlo del valor que le da la industria agrícola.

Por un lado, el maíz es grano para consumo y satisfacción de necesidades, un bien colectivo; es semilla para sembrar y continuar alimentando la relación con la naturaleza que han cultivado estas comunidades y pueblos a través del trabajo; por otro lado es recurso deformado en mercancía que excluye y despoja al ser un elemento reservado a aquellos que dirigen y controlan la producción agrícola a manera de industria.

3.5 El *valor* en la semilla-maíz

Entonces, ¿cuál es el valor de la semilla?, ¿cómo se determina, en función de qué o de quién? Como ya vimos la naturaleza, en particular los organismos asociados a la agricultura, tienen un papel crucial en el acontecer cotidiano de la sociedad y su importancia está en función de múltiples factores socio-culturales.

En otro ámbito, las semillas y los recursos naturales son disfrazados de bien común para justificar la intervención de políticas agroalimentarias diseñadas y financiadas por instancias capitalistas. Por ejemplo, una vez que los programas de conservación han identificado y delimitado zonas con recursos forestales, hídricos, de alta diversidad biológica o agrícolas, se proponen áreas de conservación, restauración o aprovechamiento que muchas veces se confronta con las formas de manejo tradicional y organización comunitarias.

Conviene profundizar brevemente en esta parte del trabajo, en los conceptos de *valor de uso* y *valor de cambio* trabajados por Marx, en tanto que en su análisis es posible detectar algunas contradicciones del sistema de producción agroindustrial-capitalista y que podemos extrapolar al desarrollo de transgénicos en tanto que productos de la ciencia, que buscan satisfacer necesidades regidas por una racionalidad meramente económica.

3.5.1 *Valor de uso* y semilla-maíz

La mercancía es un objeto que presenta cuatro características: ser *valor de uso* (es un objeto útil), tener un *valor de cambio* (es útil en abstracto, sólo para ser intercambiado por otros

valores), ser *valor* (pura cristalización de tiempo de trabajo socialmente necesario) y ser *producto concreto del trabajo humano*³⁴⁷. La mercancía como objeto que tiene a su vez un doble nivel de objetividad, como ...

*[...] forma natural, el objeto mercantil es un objeto cualquiera inserto en un determinado proceso de reproducción social, con su fase productiva y su fase consuntiva; y como forma de valor, valor puramente económico cuya forma es exclusivamente social y no social-natural, donde se reproduce una consistencia sólo operacional o abstracta de una sustancia de la cual el ser humano es sólo una fracción [...] como pura fuente y pura destrucción de energía productiva.*³⁴⁸

Por *forma social natural*, o *forma natural*, podemos entender al modo en donde no se reduce la objetividad del producto como valor de uso, sino que *es* un valor de uso producido, es decir, hay un trabajo concreto a partir del cual se produce un objeto práctico, el cual será consumido, disfrutado, de acuerdo a cada cultura y momento particular. A partir de este proceso es que el producto del trabajo cobra sentido y adquiere un *valor*, es decir, es a partir de un proceso de trabajo concreto que se hace objeto en el producto y su disfrute o uso, que se construye su *valor*. Dicho valor se construye dentro de una dimensión cultural de la existencia social. Esta existencia social implica ...

*[...] un proceso constante de metabolismo o intercambio de materias entre la forma de lo humano y la forma de lo puramente natural. El ser humano, cuya forma elemental le viene de la naturaleza, transforma a la naturaleza, transformación que, aceptada a su modo por la naturaleza, es devuelta por ella al ser humano transformándolo de nuevo.*³⁴⁹

347 Echeverría, B. (1998): *La contradicción del valor y el valor de uso en El Capital de Karl Marx*. México, Itaca, p. 15.

348 Echeverría, B. (1998), *op. cit.*, pp. 11-13.

349 Echeverría, B. (2001): *Definición de la cultura*. Distrito Federal, Itaca, p. 52.

Los objetos de la naturaleza no son puras emanaciones o cristalizaciones de lo humano sino que son parte del compromiso o proyecto realizativo del humano. “*Hay una precondition cultural, algo, que rebasa y trasciende la realización puramente “funcional” de las funciones vitales del se humano*”.³⁵⁰ Parte de ello es esa dimensión político-cultural del *valor de uso* del que hablamos en la sección anterior. Hay un proceso de *transnaturalización* con el maíz, con el arroz, con el árbol. Lo humano trasciende la naturaleza sin que por ello signifique necesariamente dominarla, controlarla, someterla o reducirla. El ser humano puede mantener una relación concreta con la naturaleza, a través del trabajo, el cual no es sólo cristalización de su fuerza de trabajo, sino que es un compromiso con lo natural, incluido el ser social del humano.

Este proceso se caracteriza por la reciprocidad entre lo natural y lo social, por una relación en donde el ser humano como individuo y como colectividad, con su estar ahí y actuar, se encuentra “haciendo” a otros seres humanos o la naturaleza misma. Altera su existencia al mismo tiempo que se encuentra también dejándose hacer por éstos, asumiendo de alguna manera los intentos que provienen de esta otredad por cambiarlo.³⁵¹

Los hoy llamados “recursos genéticos” de los cultivos, son el resultado de la acción colectiva de varias generaciones de campesinos e indígenas y de su interacción con las plantas, que a su vez responden activamente a dicha interacción. En esta historia generadora de diversidad biológica de productos del campo, el conocimiento compartido, el intercambio de semillas y de acciones para mejorar los cultivos son parte de la construcción social con y desde la naturaleza, y se consideran bienes compartidos, contrastando con la idea de que “tradicionalmente” los recursos se han considerado propiedad privada.³⁵²

Los objetos pues, no tienen una realidad filosófica pura, es decir, no nos permiten conocer si los vemos separados de los sistemas de acciones en que se generan y transforman³⁵³, de tal forma que para hablar de maíz, es necesario hablar del sujeto, del objeto y de los procesos sociales o sistema de acciones asociados a él y lo mismo para el maíz transgénico.

No se trata de discutir si el hombre ha o no modificado su entorno, sino de observar que hay una dimensión política del valor de uso del maíz. Pero desde una visión capitalista, la

350 Echeverría, B. (2001), *op. cit.*, p. 27.

351 Echeverría, B. (2001), *op. cit.*, p.128.

352 Como la referencia que hace Solleiro en el capítulo anterior.

353 Santos, M. (2000), *op. cit.*, p. 54.

transformación de la naturaleza busca en cambio, la reproducción del proceso de acumulación de capital, de mercancías y de ganancias a través de las diferentes manifestaciones productivas, sin importar las consecuencias sociales o biológicas.

3.5.2 El *valor de cambio y la semilla-maíz como mercancía*

“El emperador, el capital, llegado a su edad neoliberal y globalizada, ha conseguido llevar su lógica mercantil a los rincones más apartados de la naturaleza. Hoy es mercancía lo que antes no tenía más valor que el de uso común de la gente.”³⁵⁴

El valor que cuenta bajo la dinámica capitalista es aquel que se realiza sólo como valor de cambio, es decir, en tanto que objeto mercantil que se materializa durante el intercambio.

En la sociedad capitalista, las relaciones están tejidas únicamente en torno a la mercancía quien cumple, milagrosamente, la función de resocializar de acuerdo a su estructura privada (productores privados, consumidores privados), entre individuos quienes no se relacionan de manera comprometida o interiorizada sino sólo a través del objeto, fetiche o mercancía.

La particularidad en el capitalismo es que toda su producción es para y por el valor de cambio. Esto hace la diferencia con las producciones precapitalistas en las que había una gran cantidad de producción de valor de uso al mismo tiempo que de valor de cambio. El valor es una magnitud que se constituye gracias a la transformación del trabajo privado necesario en socialmente necesario³⁵⁵ es decir, de acuerdo a la demanda y solicitud del mercado en el que se mueve.³⁵⁶ En ocasiones, esa demanda es creada y regulada por el mismo mercado.

La *forma de valor*, a diferencia de la forma natural, es una construcción enteramente social. En este proceso de generación de valor hay un desgaste de la fuerza física y destrucción de valor de uso ya que el trabajador en muchas ocasiones no consume el producto de su trabajo y además quien lo consume no se pregunta por el proceso que hubo detrás de su construcción, al trabajador que lo desarrolló, su técnica, sobre qué materia la emplea o qué

354 Subcomandante Insurgente Marcos (2007): Las ropas nuevas de los viejos conquistadores.

En: <http://enlaceapatista.ezln.org.mx>

355 Marx, K.(2005)[1867]: *El Capital*. Tomo I, Vol. 1. México, D.F. Siglo XXI, pp: 89-91.

356 “*El control de la producción junto con el control del mercado, ha dado al capital la capacidad de generar también necesidades (deseos)*”. Foster Bellamy, J. (2000): *Capitalism's environmental crisis- is technology the answer?* Hitotsubashi University, Tokyo.

uso le da.³⁵⁷

Conforme se va agrandando el distanciamiento entre producto y consumo o fase de disfrute en el trabajador, incluso entre los nichos de especialización, son las mercancías las que cumplen la función socializadora de los objetos y de los sujetos, quienes dejan de tener una *relación concreta*³⁵⁸ entre sí y con la naturaleza. En la sociedad capitalista, los hombres se interrelacionan a través del mercado y de las mercancías. Las mercancías se convierten en un producto cosificador de la *subjetividad humana*, debilitando esa libertad o capacidad fundadora, creadora de un cosmos y con lo que se inaugura la vida político-social del ser humano.

La mercancía es pues el *sujeto sustitutivo* dentro de las relaciones sociales de producción, porque a través de ella se impulsa y determina la relación social. Cuando el valor abstracto de la mercancía sustituye la capacidad socializadora del ser humano, su subjetividad se ve exteriorizada y depositada en las cosas. Se ha cedido en la mercancía su socialidad. Se habla entonces de enajenación y de cosificación de la subjetividad ya que cede su ser político, su ser activo creador-constructor de su socialidad en una cosa: la mercancía. El sujeto colectivo pasa a segundo plano y la mercancía es el eje de la relación social.

El maíz transgénico, en tanto que mercancía, no sólo afecta en términos biológicos la diversidad y el ambiente, sino también desplaza y destruye, todo lo que se relaciona con la semilla, con la tierra, con el maíz en los términos sociales a los que nos hemos referido.

Los bienes producidos, las tierras donde se produce, la infraestructura, la materia prima, antes en manos de los campesinos e indígenas, están ahora en su mayoría bajo el control de agroempresas.

Ahora quienes determinan qué hacer con esas tierras son los monopolios transnacionales. Esto ocurre, ya sea de manera directa, a través de la apropiación de la tierra, o bien a través del control del mercado de comida. Estas empresas han buscado acaparar los medios de producción y la distribución de los productos con el fin de controlar por completo la cadena productiva, es decir, que a partir de cada una de las etapas que conforman al sistema

357 Echeverría, B (1998), *op. cit.*, p. 14.

358 “El núcleo esencial de la idea de una individualidad concreta se encuentra en el concepto de reciprocidad. Concreto es el ser singular que se encuentra inmerso en un proceso en que él, con su estar ahí y actuar, se encuentra “haciendo” a los otros, alterando su existencia, y en que, al mismo tiempo, se encuentra también dejándose hacer por ellos. Concreto es el individuo que está comprometido en una historia de interacciones en la que se constituye como tal.” Echeverría, B. (2001), *op. cit.*, p.128.

agrícola de cultivos como el maíz, se obtenga ganancia.

La codicia institucionalizada de los negocios para poder sobrevivir tiene que expandirse, por ello siempre están en busca de nuevos productos y crear nuevas necesidades.³⁵⁹

Hace unos 40 años atrás, las características biológicas de la semilla habían sido una barrera natural para su ingreso al proceso de mercantilización que ya se apreciaba en la agricultura desde antes de la revolución verde. Sin embargo, gracias a los avances de la biología molecular y el desarrollo de la ingeniería del ADN recombinante, se encontró la manera en la que la semilla pudiera ser integrada al sistema como mercancía, medio de producción y producto.

Kloppenburg distingue dos rutas que el capitalismo ha encontrado para convertir a la semilla en mercancía³⁶⁰: 1) Una ruta involucra a la tecnología provista por el desarrollo de la ciencia agrícola a través del maíz híbrido, que más que incrementar la productividad, evidenció la identidad dual de la semilla, como medio de producción y como producto. Pero además, la semilla ya no es cualquier semilla, ha sido modificada, transformada, alterada y por lo tanto es una semilla con un valor agregado; 2) aquella relacionada con el proceso de generación de patentes, producto del interés privatizador en el desarrollo de nuevas variedades, construyendo todo un marco legal a través del estado para obligar a los agricultores a pagar por esta nueva semilla.

En ambos casos la innovación tecnológica es motor o pretexto para que la semilla se incorpore como una mercancía más dentro de los medios necesarios de producción.

Que la semilla se considere un bien común es algo que ha determinado las acciones entre campesinos e indígenas en torno a ella. Igualmente lo hace el que la semilla sea ahora propiedad privada y esto determina las acciones también de los empresarios e investigadores.

Por ejemplo, bajo la premisa de conservar la diversidad genética de las semillas, se justifica la existencia de bancos de germoplasma que buscan conservar la diversidad genética de plantas, en este caso del maíz, en espacios de uso exclusivo.

Otro ejemplo es el acceso restringido a la semilla, castigando a aquellos que intenten hacer uso de ella sin pedir la licencia a través de las leyes que protegen la propiedad intelectual y las patentes. La noción de que un recurso es un bien de la humanidad es usado

359 Levins, R. (2001) *op. cit.*, p: 137.

360 Kloppenburg, J., *op. cit.*, p: 11.

con arbitrariedad.

Para los países imperialistas, quienes extraen la materia prima y almacenan e investigan la biodiversidad de cultivos de países ricos en biodiversidad pero con mucha pobreza, consideran de suma importancia la conservación de germoplasmas³⁶¹ (como si ahí estuviera encapsulada la riqueza y diversidad), y por ello desarrollan proyectos de bioprospección (biopiratería). Pero devuelven el recurso con el sello de una patente, con propietarios privados e inútil e inaccesible para las condiciones de los pequeños productores, campesinos e indígenas quienes, en principio, tenían acceso a dicho recurso y quienes han participado directamente en la construcción y conservación de tal riqueza biológica.

El interés por las semillas ha crecido conforme también ha crecido la agricultura como actividad generadora de ganancias dentro del mercado. El control de los insumos se ha restringido a unas cuantas empresas transnacionales que acaparan la investigación que generará el nuevo producto, la producción y venta de agroquímicos, la posesión de maquinaria y mano de obra, la renta y compra de grandes extensiones de tierra para sembrar, las empacadoras, distribuidoras y empresas publicitarias e incluso despachos jurídicos. Todo en manos de una sola transnacional.

Contrario a la visión de la semilla como parte de una construcción colectiva, la lógica que prevalece en el mercado deja fuera a los que no pueden pagar, a campesinos y pueblos indígenas convirtiendo lo que es bien de la humanidad en bien de unos cuantos.

El resumen ejecutivo de Pioneer Hi-Bred de 1984, deja muy clara esta condición:

Algunos insisten en que dado que el germoplasma es un recurso público, las variedades mejoradas debieran ser abastecidas a los granjeros y campesinos de donde proviene, a bajo costo o sin él. Este punto de vista no considera el hecho de que la materia prima adquiere valor sólo después de que se invirtió tiempo y dinero en la

³⁶¹ “Quién está definiendo el cómo, qué cultivos, qué germoplasma y de cuales organismos son las corporaciones transnacionales, los gobiernos de muchos países y los organismos internacionales responsables del sector agropecuario. Estas instancias han declarado una guerra sin cuartel a los millones de campesinos de subsistencia y a los agricultores que utilizan diferentes principios, que hoy agrupamos como agroecológicos, como base de sus estrategias de producción. No sorprende que el proyecto en Svalbard esté apoyado por las fundaciones Rockefeller, Bill y Melinda Gates, el Banco Mundial y empresas como DuPont (Pioneer) y Syngenta. En particular, la bóveda de Svalbard en Noruega, depende del Fideicomiso Global de Diversidad de cultivos”. Nadal, A. (2008): *Zoológico para semillas del mundo*. Distrito Federal, La Jornada, 27 de Febrero de 2008.

*adaptación de germoplasma exótico al uso aplicado y su incorporación a variedades útiles para los granjeros y campesinos.*³⁶²

Entonces, la semilla como mercancía, después de que se le inyectó el trabajo del científico, se vuelve indispensable para tener completo control de todo el proceso productivo, contribuyendo a la construcción de un nuevo espacio productivo-comercial que acapara todas las etapas involucradas en esta nueva categoría productiva: el agronegocio. Y de paso, aquí se desvela otro aspecto de la biotecnología moderna: está sustentada también en la explotación del trabajo de los científicos.

Encontramos algunos motivos por los que han sido fuertemente golpeados conforme se desarrolla la agricultura industrializada: 1) los campesinos e indígenas toman decisiones sobre el proceso de producción, incluyendo cuánto sembrar, qué sembrar y qué insumos o herramientas utilizar. Pero esta forma de organización se modifica cuando lo que rige son las leyes del mercado, de tal forma que la producción y distribución de sus productos es cada vez más difícil; 2) los campesinos e indígenas, han significado un problema para los proveedores comerciales de insumos ya que ellos al elegir cómo producir la semilla, se vuelven autónomos e independientes a una serie de insumos agrícolas que no son empleados.³⁶³ De tal forma que son golpeados con políticas de estado y prácticas de mercado que los desplazan y despojan de sus tierras, de su trabajo y de su producto.

El problema por resolver para el capital industrial, ha sido entonces cómo reducir el margen de opciones de estos grupos, restringir sus posibilidades de elección obligándolos a incorporarse a los procesos agrícolas que usan paquetes de insumos y a producir de acuerdo a las demandas del mercado.

La transformación de la agricultura en esta nueva unidad productiva que es la agricultura industrializada ha tenido varias etapas donde la revolución verde y los últimos avances en la ingeniería genética marcan determinadamente cambios tanto ecológicos como sociales.

362 Pioneer Hi-Bred (1984) En: Kloppenburg, J., *op. cit.*, p: 185.

363 Lewontin, R. (2000) *op. cit.*, p.96.

3.6 Agricultura moderna e industrializada

“En ninguna otra parte el carácter antagónico de la producción y la acumulación capitalistas se pone de manifiesto más brutalmente que en el progreso de la agricultura y el retroceso del obrero agrícola inglés.”³⁶⁴ Desde fines del siglo XIX se percibe el proceso de transformación de la agricultura dentro del sistema capitalista de producción, siendo la gente del campo, los que trabajan la tierra, los más afectados.

Lamentablemente aún es una frase vigente. Porque en el capitalismo la producción no se enfoca en la satisfacción de necesidades básicas humanas como alimento, cobijo, vivienda o lo hace de tal forma que su fuente única de valor, el trabajador (fuerza de trabajo humana), pueda sobrevivir mínimamente y reproducirse, ya que lo que realmente interesa es que la producción resulte en más y más ganancias.³⁶⁵

Por su configuración homogeneizadora, intensiva y extensiva,³⁶⁶ la estructura agrícola predominante ha promovido la actual crisis ambiental al favorecer grandes extensiones de tierra para la siembra de productos específicos, en monocultivos y con alta tecnificación y dependencia a insumos.³⁶⁷

Y así como en los siglos XVIII y XIX, los más afectados fueron los campesinos, hoy en día son los campesinos y los pueblos indígenas, quienes no forman parte de los proyectos del capitalismo salvo como fuente de mano de obra y a veces ni siquiera.

Bajo la aparente preocupación relacionada con la escasez³⁶⁸ y con el deterioro ambiental, se plantea una forma de producción, que determina qué medios de producción son

364 Marx, K. (2005), *op. cit.*, p. 839.

365 Foster Bellamy, J. (2000), *op. cit.*

366 *Íbid.*

367 Altieri, M. (2000): Ecological impacts of industrial agriculture and the possibilities for truly sustainable farming. En: Magdoff, F.; Bellamy Foster, J.; Buttel, F.H. (2000): *Hungry for profit. The agribusiness threat to farmers, food, and the environment*, Canada, Monthly Review Press, p. 78.

368 Escasez *relativa* dado que en términos reales, absolutos, no hay tal escasez. Depende de cuáles son los parámetros que se usan para hablar de ella. Si los parámetros para hablar de calidad de vida que se usan son aquellos del primer mundo, de hecho, no existiría más un planeta Tierra y entonces claro que habría escasez. La idea de escasez es más bien propia del capitalismo y alcanza todas las esferas en la sociedad. Este concepto se ha modificado de acuerdo a diferentes momentos históricos; hoy en día, se presenta un mundo en el que la escasez parece ser un elemento inevitable al que la humanidad debe enfrentarse sin aparente remedio, pero en realidad, resulta de un modelo construido para adaptar la vida humana y la realidad toda a las necesidades de un modo de producción particular, el capitalista. Muñoz Rubio, J. (2005): *Una crítica a las raíces del concepto capitalista de escasez. (T. Malthus, D. Hume, A. Smith y C. Darwin)*. Distrito Federal, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 9-14.

los necesarios (qué maquinaria, qué tipo de semillas, qué tipo de agroquímicos, qué tipo de agricultura), cuáles son las formas de producción válidas y necesarias (donde entran incluso aquéllas que se refieren a lo *orgánico*, sustentable, alternativo, etc.).

Si hoy la agricultura industrial o mecanizada es una de las prácticas más agresivas y nocivas para el ambiente se debe a un modelo en el que producir lo que demanda el mercado exige de la constante invasión de tierras cuyos nutrientes no hayan sido agotados y exige tiempos de producción específicos con el fin de lograr las tasas de rendimiento esperados.

De acuerdo con el informe *Failure to yield* de la UCCS, los experimentos con cultivos transgénicos de alto rendimiento no han sido exitosos. Aunque no es posible determinar el número de ensayos realizados debido a aspectos de confidencialidad, se detectaron ensayos donde al menos 3022 aplicaciones con características de resistencia a enfermedades o tolerancia a estrés abiótico (sequías, heladas, inundaciones, suelos salinos) fueron aprobadas.

Sin embargo, sólo aquellos tolerantes a herbicidas y los productos Bt junto con otros 5 transgénicos resistentes a patógenos se han comercializado, de los cuales sólo variedades de maíz Bt han mostrado un incremento en el rendimiento.

A pesar de estos hechos, vemos como se promueve el uso de esta tecnología sin importar nada. Pareciera incluso ser económicamente racional agotar por completo un determinado recurso y después pasar a la próxima inversión.³⁶⁹

La revolución verde es el proceso tecnológico-social que antecede a las prácticas biotecnológicas que se ponen hoy en día como vanguardia, y que participan del agronegocio.

A continuación hablaré brevemente de la revolución verde y de lo que significó para la agricultura, en tanto que precede a la biotecnología moderna, en particular técnicas de ADN recombinante, y así observar la continuidad y desarrollo de la lógica mercantil- capitalista a través de ella.

3.7 Revolución verde

La llamada *Revolución verde* se consolidó por primera vez durante una reunión entre el vicepresidente de los Estados Unidos, Henry A. Wallace, con el presidente de la Fundación Rockefeller, Raymond Fosdick, en 1941.³⁷⁰ Se pensaba que un programa de desarrollo

³⁶⁹ Levins, R. (2001), *op. cit.*, p.137.

³⁷⁰ Kloppenburg, J., *op. cit.*, p. 158.

agrícola para América Latina en general y para México en particular, traería beneficios políticos y económicos.

No sólo abarcó el desarrollo de agroquímicos para incrementar la productividad, sino también la agudización de la influencia directa de empresas privadas, a través del Estado, en la construcción de la agroindustria.

Los “milagros” producidos por los centros internacionales de investigación en agricultura de las fundaciones Rockefeller-Ford no dieron al campo el ventajoso incremento productivo que pregonaban, sino que tuvo un impacto negativo a nivel social y ambiental, como la agudización de la desigualdad regional, la especialización de la producción (inaccesible para muchos), el desplazamiento laboral, la acelerada transformación del campo y la mecanización del mismo, el aumento en el precio de la tierra, dependencia agroquímica, erosión genética, monocultivos vulnerables a plagas y deterioro ambiental en general.³⁷¹

En aquel entonces, la Fundación Rockefeller manifestó particular interés por apoyar proyectos de investigación en México. En 1943 comenzó una iniciativa bajo el nombre de *Programa Agrícola en México*, cuyo enfoque principal era el mejoramiento del maíz y el trigo.³⁷² Proyectos similares se impulsaron en diferentes países de Centro y Sudamérica, todos bajo el auspicio del *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture, USDA)* y universidades de este mismo país.

El interés de Henry Wallace por el maíz en México, antecede a su cargo de Secretario de Agricultura, siendo fundador de la firma Pioneer Hi-Bred (hoy asociada a DuPont) quien producía con éxito maíz híbrido.³⁷³ Como lo son hoy las técnicas de ADN recombinante, en aquel entonces, la *hibridización* abrió un nuevo espacio para la acumulación de capital a partir del cultivo de plantas y semillas al mostrar que en realidad se procede en modo inverso al generar primero líneas endógamas, que pauperizan la diversidad, para luego cruzar individuos, de modo que se obliga al campesino a volver a comprar semilla, so pena de perder el *vigor híbrido*.³⁷⁴

La carrera por el desarrollo de una agricultura industrializada, aceleró su paso, a partir

371 *Íbid*, p. 6.

372 *Íbid*, p.158.

373 *Íbid*.

374 Olea Franco, A. (1997): La introducción del maíz híbrido en la agricultura mexicana: una historia de equívocos científicos, intereses comerciales y conflictos sociales. En: Rutsch, M y Serrano, C. (eds.) (1997): *Ciencia en los márgenes. Ensayos de historia de las ciencias en México*. Distrito Federal, IIA-UNAM, p.195.

de la creación del famoso *cinturón de maíz* en Estados Unidos, convirtiendo a muchos granjeros norteamericanos en una clase altamente productiva dentro de nuevos mercados en el sistema comercial. Por primera vez, el germoplasma en manos de indígenas y campesinos se convirtió en un importante componente para el programa impulsado por la Rockefeller.

Crece así el interés por la colecta, la clasificación y preservación de diferentes cultivos, en particular del maíz, en las universidades las cuales empezaban a relacionarse más estrechamente con diferentes empresas privadas que ya veían los beneficios económicos que encierra la biodiversidad.³⁷⁵

Este fenómeno significó para México el desarrollo de una investigación de más de 7 años llevada a cabo por investigadores norteamericanos como E.C. Stackman, Richard Bradfield y Paul C. Mangesdorf junto con mexicanos como Efraím Hernández Xolocotzin, logrando la caracterización y descripción de las diferentes razas de maíz.³⁷⁶

La necesidad de almacenar efectivamente los recursos encontrados, impulsó la investigación relacionada a la fisiología de plantas y técnicas avanzadas de preservación. Se desarrolló en 1958 el *Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semillas* en Estados Unidos, que hoy en día es uno de los reservorios más importantes del germoplasma global de frutas y semillas.³⁷⁷ Le siguieron diferentes instituciones privadas y académicas con la construcción de bancos de germoplasma en diferentes países, como Francia, Alemania y Japón.³⁷⁸

Para 1971, las Fundaciones Ford y Rockefeller, junto con otras corporaciones y agencias, impulsan el desarrollo del *Grupo Internacional Consultivo en Investigación Agrícola*³⁷⁹ (*Consultative Group on International Agricultural Research*, CGIAR por sus siglas en inglés) con el fin de construir una red conformada por los *Centros Internacionales de*

375 Que bajo esta lógica se cosifica y fetichiza y bajo la lógica capitalista, se convierte en esencia, predominando sobre otros significados diferentes y sobre la importancia que de por sí siempre ha tenido la naturaleza pero que no son reconocidos en tanto que se confronta con la visión capitalista de la biodiversidad.

376 *Íbid*, p. 158.

377 *Íbid*.

378 Recientemente (febrero de 2008) se inauguró en Svalbard, Noruega, la “Bóveda Global de Semillas”. Que es básicamente una hielera gigante con capacidad para guardar cuatro millones y medio de muestras de semillas destinadas a responder a futuras necesidades de la humanidad. La idea es que si algún desastre apocalíptico afecta la agricultura mundial, los países podrán recurrir a la bóveda para obtener semillas y reiniciar la producción de alimentos. Pero lo que en realidad hace es encerrar la diversidad, para responder a una emergencia hipotética. GRAIN (2008) En : <http://www.rebellion.org>

379 El Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en Texcoco, Estado de México, forma parte de este grupo. También los hay en: Filipinas, Colombia, Nigeria, Perú, India, Siria y Liberia.

Investigación Agrícola (International Agricultural Research Centers, IARC por sus siglas en inglés) generados en la década de los sesentas en diferentes países semicoloniales y coloniales y coordinar los trabajos que ahí se desarrollaban impulsando así las técnicas y prácticas de la llamada revolución verde.³⁸⁰

Los IARC promovían el desarrollo de *variedades altamente productivas* (High Yield Varieties, HYV por sus siglas en inglés) y técnicas agroquímicas, que años más tarde, revelarían las contradicciones inherentes a esta mal llamada revolución.³⁸¹ Los IARC necesariamente colectaban y evaluaban variedades nativas e indígenas de cultivos antiguos donde encontraron la materia prima para sus variedades. Los IARC son el vehículo para la extracción eficiente de los recursos genéticos de plantas de países coloniales y su transferencia a los bancos de germoplasma europeos, japoneses y de los Estados Unidos.³⁸² No es coincidencia que los CGIAR se ubiquen en algunos de los centros de diversidad genética propuestos por Vavilov.

La erosión genética, es decir, la pérdida de diversidad, contribuyó a que en 1970 en los Estados Unidos se perdiera el 15% de la producción de maíz³⁸³ por mencionar un ejemplo³⁸⁴. Esta situación fortaleció la noción de que los bancos de germoplasma eran sumamente importantes para la conservación efectiva del material genético.

La revolución verde, contribuyó en la galvanización emergente de una clase provista de capital y tecnologías sofisticadas que tienen acceso a las semillas comerciales desarrolladas por los centros de investigación³⁸⁵ y que sustraen la materia prima de países como México, Etiopía, Perú o Brasil, devolviendo a los campesinos e indígenas, sus productos con *valor agregado*, gracias al trabajo de científicos, ingenieros, fitomejoradores, programadores, matemáticos o agrónomos, impactando social, cultural y ambientalmente en estos territorios.

Con los avances de la ingeniería genética se conjuga pues materia prima (germoplasma y semillas) para continuar a través de la biotecnología moderna con este proceso modernizador del campo y la agricultura.

380 Kloppenburg, J., *op. cit.*, p. 160.

381 *Ibid.*

382 *Ibid.*

383 *Ibid.*, p. 163.

384 También se tiene el caso de la papa en Irlanda, que entre 1845 y 1846 produjo que medio millón de personas muriera de hambre al perderse gran parte de la cosecha debido a una plaga y gracias a que básicamente se sembraba una sola variedad de papa.

385 *Ibid.*, p. 169.

3. 8 La idea de progreso

Algunos discursos que promovieron la revolución verde hace unos años, promueven hoy el uso de la biotecnología. Estos discursos parten de la idea de que con su implementación se está contribuyendo al progreso particular de los usuarios y del país en general.³⁸⁶ En un momento dado es posible analizar la técnica de manera aislada pero eventualmente es imprescindible insertarla en los aparatos generales de decisión y poder.³⁸⁷

Por lo que es necesario preguntarse brevemente sobre esta idea de progreso, a qué se refiere, cuando a través de esta de idea se busca implementar globalmente la biotecnología, como ocurrió con la revolución verde.

Si se hecha un vistazo a la historia de esta idea de progreso, podemos encontrar diferentes significados, pero desde su origen se reconoce como una concepción de movimiento dirigido hacia un cambio, generalmente asociado a algo mejor en comparación con la condición anterior a la presente.

La idea moderna de progreso alcanzó su cénit en el período que va de 1750 a 1900, cuando pasó de ser una de las ideas más importantes de la civilización occidental a convertirse en la idea dominante.³⁸⁸

Durante el siglo XIX, los conceptos de ciencia y científico, se fueron relacionando íntimamente con la idea de progreso. Hay un manifiesto deseo de liberar al progreso de toda relación con la religión, todos los sistemas filosóficos y de las ciencias sociales trataban de demostrar que la realidad científica del progreso humano es un principio necesario. Esta noción de progreso fue contribuyendo a que las ideas de libertad, igualdad y soberanía popular se convirtieran en objetivos que los hombres querían lograr en la tierra, llevando la idea de progreso hacia una base del quehacer científico.³⁸⁹

386 “Existe un amplio y complejo de ideas sobre el cambio social y cultural al que por razones históricas es por entero pertinente designar como idea de progreso. [...] Cuando abordamos la idea de progreso [...] en apariencia simple y directa, tras un examen más detenido nos envuelve en uno de los más espinosos problemas del moderno pensamiento social occidental.” Bock, K. (1978): Teorías del progreso, el desarrollo y la evolución. En: Bottomore, T.; Nisbet, R. (1978): *Historia del análisis sociológico*. Buenos Aires, Amorrortu Editores, p. 59.

387 Sfez, L. (2005): *Técnica e ideología, un juego de poder*. Distrito Federal, Siglo XXI, p. 73.

388 Nisbet, R. (1998): *Historia de la idea de progreso*. Barcelona, Gedisa, p. 246.

389 *Íbid.*

Conforme se instaura esta nueva relación social de producción, el discurso de la sociedad burguesa se difunde como el punto hacia donde la historia debía de llegar. La ciencia se impregna en gran medida de un aire legitimador y se vive como una máquina en marcha hacia nuevos proyectos modernizadores pero ajena a lo que va ocurriendo socialmente a lo largo de su camino, consolidándose como una esfera de cristal que encapsula el conocimiento y su aplicación.

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, “... *el modo científico de aprehensión de los objetos depende de una cultura; pero ésta, actualmente, se ha vuelto dependiente del modo científico de concebir la realidad ...*”³⁹⁰ rechazando cualquier otra interpretación o aprehensión del mundo.

3.8.1 Ciencia y progreso

Cuando una ciencia alcanza un nivel teórico coherente, va haciendo nuevos descubrimientos y con ello va ampliando su base teórica. Este desarrollo del saber, permite que el control de los seres humanos sobre la naturaleza vaya en aumento y en consecuencia, se van produciendo cambios eficaces en la dirección del progreso.³⁹¹

¿Cuál es pues la dirección del progreso en el marco de un sistema de relaciones de producción capitalista? Se refuerza la idea de que el progreso tiene una dirección, una única vía hacia el desarrollo: la tarea de los menos desarrollados es llegar tan rápido como sea posible a lo que marcan los más desarrollados. Además, se considera que el progreso es acumulativo por naturaleza, lineal, se traduce de manera a la vez cuantitativa (aumento) y cualitativa (mejor).³⁹²

La ciencia se va edificando como un eje principal para alcanzar este desarrollo, es decir, para progresar y tranquilizar a los hombres bajo la promesa de un porvenir siempre y continuamente mejor.³⁹³

Pero este proceso no ocurre de cualquier manera. El progreso avanza: del trabajo intensivo a la producción intensiva de capital; del conocimiento general y amplio a la especialización; del uso heterogéneo de la tierra al uso homogéneo de la tierra, dedicándose a

390 Morin, E. (1984): *Ciencia con consciencia*. Barcelona, Anthropos, Editorial del hombre, p. 61.

391 Nisbet, R., *op. cit.*, p. 254.

392 Morin, E., *op. cit.*, p. 65.

393 Sfez, L., *op. cit.*, p. 75.

la producción de cosechas más ventajosas; de pequeña a la gran escala; del estudio de los objetos naturales a sus partes más pequeñas.³⁹⁴ Además se dirige de la dependencia de lo natural hacia el control o el reemplazo de la naturaleza y requiere la sustitución del conocimiento tradicional por metodologías que permitan la predicción o el control de los fenómenos.³⁹⁵

Este tipo de ciencia va nutriendo la industrialización y mecanización de la vida, e incluso va apropiándose de una racionalidad económica que fomenta la fragmentación de los sectores sociales, reforzando la especialización excluyente, los objetivos definidos a corto plazo, las decisiones basadas menos en una necesidad intelectual o social y más en el mercado.³⁹⁶

La técnica no es más que uno de los subsistemas (o una racionalidad) del sistema general de decisión.³⁹⁷ Las acciones racionales, bajo la influencia de una ideología dominante encuentran origen en una necesidad ajena y se deben, en parte, a la propia naturaleza de los objetos técnicos cuya vocación original es servir a una acción racional que se pretende precisa gracias a las técnicas concretas.

Entonces, las acciones son cada vez más precisas pero también más ciegas porque obedecen a un proyecto ajeno; las acciones son más racionales, pero su razón es frecuentemente una razón técnica que responde a determinados valores o necesidades definidos por una racionalidad económica.³⁹⁸

En forma explícita o implícita pareciera entonces que la ciencia y sus productos fueran un equivalente a bienestar generalizado en sí mismos. Sin embargo, está sustentada sobre un conjunto de mitos o falacias que se han venido convirtiendo en sentido común conforme una expresión del conocimiento y su desarrollo se ha ido imponiendo como la forma de conocimiento pretendidamente universal.³⁹⁹

De estos mitos, Edgardo Lander propone que los más significativos son: 1) el mito del crecimiento sin fin; 2) el mito de la naturaleza humana⁴⁰⁰, tal como ésta ha sido caracterizada

394 Levins, R. (2001), *op. cit.*, p.135.

395 *Íbid.*, p.135.

396 *Íbid.*

397 Sfez, L., *op. cit.*, p. 73.

398 Santos, M., *op. cit.*, pp. 69-70.

399 Lander, E. (2002): La utopía del mercado total y el poder imperial. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 8 (2), Caracas, Universidad Central de Venezuela, pp. 51-79.

400 A diferencia la naturaleza humanizada, esta reconoce lo humano como puramente humano, social, a modo de esencia cosificadora que distingue diferencias producto de la construcción ideológica que corresponde a

por el pensamiento liberal clásico y ahora radicalizado por el neoliberalismo, lo que se ha denominado como el individualismo posesivo; 3) el mito del desarrollo lineal y progresivo de la tecnología.

De acuerdo al primer mito no existen límites materiales para la manipulación/explotación siempre creciente de los recursos y de la capacidad de carga del planeta Tierra. Se asume que en los casos en los cuales aparezca alguna traba, ésta siempre podrá ser sobrepasada mediante una respuesta tecnológica, el llamado *technological fix*.⁴⁰¹

El crecimiento sin límite no es sólo un imaginario, no es sólo un componente básico del desarrollo del mercado, sino que es una exigencia estructural del funcionamiento de la sociedad capitalista. Una necesidad que tiene poco que ver con los niveles de bienestar y de consumo de la población. En cada estadio de consumo de bienes materiales, la lógica expansiva de la valorización del capital –como condición de su propia supervivencia– exige más.⁴⁰²

El segundo mito, desde esta perspectiva, pone toda diferencia cultural como un obstáculo a superar, expresión de lo primitivo, atrasado, subdesarrollado, populista, comunitario, obstáculos que el mercado podrá superar si se le deja operar sin resistencia.⁴⁰³

El tercer y último mito descrito por Lander, sobre la tecnología que marcha progresivamente, parte de un modelo tecnológico hegemónico de la sociedad industrial de occidente que es entendido como producto de un desarrollo hacia tecnologías cada vez mejores y más eficientes pero de contenido político neutro, y que sean el fundamento material de la sociedad de la abundancia. En este mito la tecnología es una variable independiente de las condiciones sociales pero que condiciona al resto de las dimensiones de la sociedad.⁴⁰⁴

De esta manera, pareciera innecesario indagar sobre las implicaciones de todo desarrollo tecnológico en tanto que, por definición, conlleva el mejoramiento y bienestar. A través de este mito, se plantea el discurso de que las cosas, el mercado, simplemente funciona en condiciones tecnológicas dadas. Así, al *naturalizar* y *objetivar* el modelo tecnológico, se hacen invisibles sus relaciones de poder.⁴⁰⁵

aquella del mercado capitalista.

401 Lander, E. *op. cit.*, p. 56.

402 *Íbid.*

403 Lander, E. *op. cit.*, p. 57.

404 Lander, E. *op. cit.*, p. 58.

405 *Íbid.*

Las manifestaciones de esta racionalidad expansiva de la eficacia y el rendimiento del capital, predomina sobre otras que incluso son reabsorbidas, siendo la constructora de lo verdadero y lo falso, lo bello y lo feo, de lo que se conserva y lo que se destruye.

Hay una tendencia de subordinación científica a las demandas del capitalismo que se expresa en interés de los propietarios de empresas privadas en la investigación, apoyando con financiamiento investigaciones que consideran de relevancia para el progreso.

En este nuevo régimen transnacional se asume que hay un sólo tipo de conocimiento y que puede ser considerado propiedad intelectual. Cualquier otro conocimiento, el conocimiento de los Otros, el conocimiento indígena, el llamado conocimiento tradicional, o todas las formas de conocimiento comunitario no constituyen propiedad intelectual por lo tanto pueden ser apropiadas libremente por las transnacionales.⁴⁰⁶

La noción de progreso basada en esta irracionalidad contribuye a la generación de productos tecnológicos como el maíz transgénico que en la superficie aparecen como innovaciones cuyo beneficio es general y totalizador, pero su construcción teórica y práctica no es más que la continuación del proceso de reproducción del sistema capitalista.

Monsanto por ejemplo promueve sus productos anunciando que ...

Con el desarrollo de las prácticas y los cultivos modernos, y de cosechas siempre en aumento, estamos ayudando a los granjeros en el mundo a crear un mejor futuro para los seres humanos, el ambiente y las economías locales. El núcleo de nuestra agenda es el aumento en el rendimiento de los productos. Al aumentar la productividad, los granjeros pueden producir más alimentos, energéticos y fibras en la misma área, contribuyendo a las necesidades alimentarias de la humanidad en el futuro. Más aún, aumentar la productividad permite a los granjeros producir más con los mismos insumos, o menos, en términos de energía y pesticidas. Esto resulta en un uso más responsable de los recursos naturales, en una mejora del ambiente, incrementando la fertilidad del suelo, los ingresos en las granjas y desarrollando más oportunidades para los agricultores y sus

406 Lander, E., *op. cit.*, p. 55.

*comunidades.*⁴⁰⁷

La promoción que hace Monsanto para usar y distribuir los cultivos modernos, parte de una perspectiva que se alimenta tanto del reduccionismo genético o molecular como del reduccionismo económico de los que hablamos en el capítulo uno. De acuerdo a McAfee, ambos tipos de reduccionismo comparten una misma imperfección: apreciar la especificidad espacial y temporal de la naturaleza por fuera de los contextos ecológicos y sociales en que la agricultura y la naturaleza se desarrollan.⁴⁰⁸

De acuerdo a Monsanto, científicos-empresariales, la nueva biotecnología puede sustituir con una tecnociencia informativa e intensiva las técnicas contaminantes, poco productivas y de ensayo y error que se han utilizado en los últimos 30 años, es decir, sustituir esta tecnología ya obsoleta por otra tecnología que pareciera milagrosamente remediar los problemas a los que se enfrentan todos los agricultores.⁴⁰⁹ Esta visión es también una expresión del reduccionismo ontológico al que nos referimos en el primer capítulo, en donde las técnicas de innovación tecnológica como las que promueve Monsanto, en particular las que se basan en la información genética, son la clave para contrarrestar los problemas a los que se enfrentan los agricultores, por fuera de todo contexto biológico y social: la parte supera la totalidad compleja de un fenómeno.

En la medida en que sigamos asumiendo que la ciencia y la tecnología son de por sí sinónimos de bienestar, sin reconocer el papel de la ciencia y la tecnología como parte del sistema de producción vigente y no haya una crítica radical a la producción de maíz transgénico como producto de esta visión reduccionista de la naturaleza, continuará reproduciéndose esta ideología hegemónica capitalista.

Mientras el Estado continúe beneficiando y satisfaciendo las necesidades de las transnacionales continuará la fragmentación y enajenación social, el deterioro ambiental, la prevalencia de la propiedad privada sobre la comunitaria y con esto la desigualdad y la pobreza.

El análisis crítico y materialista del desarrollo de la ciencia es necesario para caracterizar la realidad, y a partir de éste reconocernos como sujetos activos, con la capacidad

407 Monsanto (2008) En: www.monsanto.com

408 McAfee, K. (2003): Neoliberalism on the molecular scale. Economic and genetic reductionism in biotechnology battles. *Geoforum* 34, p. 204.

409 *Íbid.*

creativa de construir otro sistema de relaciones sociales de producción, es decir, que no sólo sirva de interpretación y dominación del mundo sino que ejerzamos a través de su capacidad transformadora, nuestra capacidad transformadora.

Sería necesario que los productos de la ciencia estuvieran a disposición de toda la población, que el conocimiento se desarrollara bajo las mejores condiciones, es decir, aquellas que permiten a agricultores y científicos encontrarse en calidad de iguales.⁴¹⁰

Es imperativa la necesidad de una ciencia inquisitiva en el sentido crítico de cuestionar su propio modo de hacer, de construirse y de construir las explicaciones de la naturaleza, sin pretender verdades petrificadas o absolutas que sometan, degraden o disminuyan al ser humano.

Es igualmente imperativo luchar contra el capitalismo. En pocas palabras, luchar contra la reproducción de un sistema de relaciones sociales de producción que explota a los seres humanos y los despoja de sus medios de producción, que discrimina, destruye y niega lo diferente, lo diverso.

Esta lucha se escribe en lo cotidiano, en el trabajo del día a día y rompiendo con el aislamiento que se nos ha impuesto, como comunidad científica, entre científicos y con el resto de la sociedad.

La defensa de las semillas va de la mano junto con la defensa de la tierra y en este ir de la mano también están los pueblos indígenas y campesinos. No debe haber más soluciones parciales.

Así como el análisis en torno a los alimentos transgénicos tiene muchas aristas, la lucha y la resistencia en contra de su implementación también las tiene. En esta resistencia se juega la defensa del derecho a ser y hacer diferentes.

La defensa de las semillas y del maíz, sólo será posible si se lucha contra el sistema que las convierte en mercancías y se resiste y lucha junto con los pueblos que resisten y viven de ellas y con ellas.

410 Levins, R. (2001), *op. cit.*, p. 142.

CONCLUSIONES

Respondiendo a nuestro objetivo general, podemos decir que existe una relación entre el reduccionismo que tiene como origen una racionalidad económica y un reduccionismo de tipo ontológico a partir del cual se fundamenta una buena parte del desarrollo de la biotecnología, en particular de maíz transgénico.

El reduccionismo económico se vincula con la biotecnología moderna, más específicamente con las técnicas de ADN recombinante, al considerar a los genes como mercancías, ponerles precio y meterlos a la circulación de bienes en el mercado una vez que ya han sido patentados. Esta manera de ver los genes es posible en parte por la imagen cosificada y fragmentada que se fomenta con un reduccionismo de tipo ontológico en la concepción y manufactura de los organismos genéticamente modificados (OGM). Este reduccionismo ontológico se ajusta en gran medida a las necesidades de efectividad y rendimiento que se requieren en la agricultura industrializada, con tiempo y modo de producción específicos. Los genes se vuelven un objeto fetichizado al pensar que tiene todas las propiedades que permitirán resolver problemas como el hambre y la nutrición en el mundo o la pobreza que invade cada vez más a los pequeños agricultores. Una vez establecida esta relación entre el reduccionismo económico y genético, podemos decir que emerge una confrontación entre una forma de producción agrícola industrializada y los muy diversos modos de producción agrícola de los pueblos indígenas y campesinos.

Para responder a nuestros objetivos particulares, a partir de la bibliografía consultada, encontramos que los organismos transgénicos tienen varias implicaciones negativas tanto a nivel biológico como cultural, las cuales menciono a continuación.

Con relación al impacto en términos biológicos o ambientales del desarrollo, distribución y uso de maíz transgénico encontramos que:

- El maíz Bt es poco efectivo para la biota invasiva presente en los cultivos de maíz en México.
- Aún hay debate sobre el impacto del maíz Bt en especies no blanco, y todo indica que éste dependerá en gran medida de los niveles de exposición y el tipo de toxina Bt utilizada.
- Para el caso del maíz resistente a herbicidas, es muy probable que impacte directamente en los cultivos asociados al maíz, presentes en la milpa, como el frijol o la

calabaza.

- Sobre la generación de superplagas/supermalezas podemos decir que evolutivamente puede haber una rueda sin fin donde el incremento en el uso de herbicidas o plaguicidas aumente la resistencia de los organismos que atacan los cultivos, lo cual a su vez fomenta la generación de tecnologías cada vez más nocivas, estimulando que haya una mayor resistencia y así hasta nunca acabar.

- En cuanto a la introgresión a variedades silvestres emparentadas con el maíz, en particular con el teocintle, será difícil de evitar por las condiciones de siembra y la forma de dispersión y reproducción de ambas plantas (polinización abierta y dispersión por viento del polen). Este pariente evolutivamente cercano al maíz se ve afectado por dos aspectos en particular: 1) por el uso de herbicidas, ya que al generar maíz resistente a herbicida, puede fomentar el uso indiscriminado de agroquímicos, impactando directamente en la población de teocintle y otras especies que habitan en las milpas y alrededores y 2) debido al flujo genético que hay entre el teocintle y el maíz, es posible que las características de los maíces transgénicos desarrollados sean adquiridos por el teocintle, el cual es uno de los elementos que han aportado variabilidad genética al maíz.

- Sobre el impacto en las variedades de maíz presentes en México hay varios factores a considerar.

La polinización abierta característica de esta especie permite el flujo genético entre las distintas variedades de maíz. Pero, como se explica en el segundo capítulo, la persistencia de nuevos genes o bien de un transgen en una determinada variedad o población, dependerá de los efectos que tengan éstos en la adecuación de los individuos como consecuencia de su expresión. Hay que tomar en cuenta que si el flujo es constante, basta con un migrante efectivo por generación para que la frecuencia estructural de una población se modifique y un transgen pueda persistir en ella.

Dado que las importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos van en aumento a partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), que el 85% del maíz producido en este país es transgénico⁴¹¹ y que no hay ninguna regulación o segregación para diferenciar el maíz transgénico del no transgénico, es altamente probable que el flujo ocurra y persista. La persistencia puede deberse sobre todo porque uno de los

411 Clive J., (2009) En: <http://www.isaaa.org/Resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html>

principales elementos de selección artificial, los campesinos y pueblos indígenas, se ven duramente golpeados por las políticas comerciales del gobierno. La selección de semillas que realizan es determinante para que la frecuencia de un transgen persista o no.

Pero una de las consecuencias sociales que ha tenido el TLCAN es que los campesinos y pueblos indígenas al no contar con la infraestructura que el capitalismo designa como necesaria (maíz transgénico, híbridos, maquinaria) para competir con los campesinos de los países del norte, entonces buscan otros medios para sobrevivir, es decir, son desplazados y despojados de sus medios de producción. Esta situación impacta directamente en los procesos de selección de semilla. Ante la falta de selección y del intercambio de semilla, común en los campesinos y pueblos indígenas, se podría contribuir a la presencia y persistencia de transgénicos en las poblaciones de maíz.

Además de la posible introgresión y persistencia de maíz transgénico a través de las importaciones y la falta de selección en manos de campesinos e indígenas, en marzo de 2009, quedó sin efecto la moratoria de facto, al aprobarse la siembra experimental en estados que ya cuentan con una agricultura altamente tecnificada (Tamaulipas, Chihuahua, Sonora y Sinaloa).

Aún cuando se diga que habrá control para evitar el flujo hacia variedades locales de maíz, será difícil mantener una variedad de maíz genéticamente aislada de ellas. Es un hecho que la introducción y manejo a campo abierto, incluso con fines experimentales, implicaría la contaminación de plantaciones de maíz nativo.

Este último punto sobre el flujo genético es un eslabón que permite, para los fines de este trabajo, vincular aspectos biológicos relacionados con el uso de maíz transgénico con algunos elementos sociales y responder así a nuestro segundo objetivo particular.

Decíamos que las manos campesinas e indígenas intervienen en la selección de variedades de maíz influyendo directamente en la persistencia o no de maíz transgénico. El trabajo en el campo se va haciendo inviable para los pequeños productores que no tienen con qué responder a las presiones del mercado y a las falsas políticas de apoyo por parte del gobierno hacia los pueblos indígenas y campesinos. En este contexto, las semillas transgénicas se convierten en una herramienta más que contribuye con la transformación de las prácticas de selección, almacenamiento e intercambio de semillas, así como la vida colectiva y cultural de los mismos.

Reduciendo toda lógica al productivismo, se le resta importancia a aquellos elementos que le dan identidad a un pueblo o comunidad. El impacto de maíz transgénico no sólo se refleja en la pérdida de diversidad biológica del maíz, sino también en la destrucción de la diversidad cultural y las relaciones colectivas que la construyen.

De tal forma que la pérdida de diversidad biológica del maíz, es directamente proporcional a la influencia de tecnologías como la transgénesis en los procesos agrícolas ya que afecta prácticas que han contribuido con esa diversidad. El maíz transgénico contribuye a un proceso de homogeneización cultural, la cual podemos identificar como otra vía más de los caminos que se tejen paralelamente en el proceso de despojo que viven muchos campesinos y pueblos indígenas.

La relación que han tenido con el maíz se nutre de una lógica muy distinta a la que promueve el desarrollo y uso de transgénicos y es esta la que también se ve profundamente afectada con el impulso y aplicación de este tipo de tecnologías.

El intercambio de semillas y la selección de las mismas son dos de las actividades que nos muestran con claridad la relación que hay entre la naturaleza y estos grupos sociales. Esta relación está mediada por la producción de valores de uso como eje central dentro del proceso de diversificación del maíz.

La tierra y sus recursos no son considerados necesaria y exclusivamente mercancías sino que son producto de una relación cultural de muchos años donde se produce en su mayoría valores de uso producto de un trabajo concreto y colectivo. Pero además donde se busca mantener el control sobre la producción y formas de uso y consumo de maíz en particular pero también de otros cultivos.

Los alcances en cada uno de los temas abordados en este trabajo no llegan a ser estudiados afondo por la extensión que esto implicaría pero podrían ser abordados de manera independiente en trabajos por realizarse más adelante. Me referiré a ellos a continuación.

- El tema de la legislación y regulación que el Estado ha propuesto a partir de reuniones y asesorías con algunos científicos sobre el uso y explotación de los recursos naturales del país abre cuestiones como cuál ha sido el papel que el discurso científico ha tenido en este espacio social.

A pesar de las discusiones llevadas a cabo en estas reuniones, para el caso del maíz

transgénico, el gobierno ha pasado por alto los propios acuerdos a los que se han llegado como por ejemplo, la moratoria que durante 10 años prohibió en México la siembra experimental y comercial de maíz transgénico, por ser país centro de origen, diversidad y domesticación. En este análisis cabría también estudiar el papel que ha jugado el Estado en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el ámbito de la agricultura en el país.

- Otro de los temas que podrían analizarse con mayor profundidad es el de las patentes. Su historia y origen, su desarrollo, sus implicaciones en el uso de los recursos naturales y como es que se fueron adentrando en la ciencia son algunos de los temas que nos ayudarían a comprender su papel dentro de las relaciones sociales de producción en general y en particular cómo influye en el desarrollo científico. Sería interesante también analizar cuál ha sido su papel en el proceso de transformación de los territorios y extracción de recursos en general y en particular donde viven pueblos indígenas y campesinos, ¿acaso guardan relación con políticas que se disfrazan de protectoras pero que en realidad contribuyen al proceso de despojo hacia estas comunidades? Quedan abiertas estas preguntas que podrían responderse en trabajos futuros.

- Los métodos y generación de conocimiento para determinar la presencia o ausencia de transgénicos, así como los problemas de muestreo son y deben seguir siendo tema de estudio y discusión. Considero que son importantes en la medida en que nos aportan información más certera sobre la presencia de transgénicos en los campos mexicanos, pero no debiéramos construir nuestra decisión de usar o no los cultivos transgénicos solamente en técnicas siempre y cuando los resultados sean más confiables. Los estudios de impacto en la diversidad suelen depositar en ellos la certeza de si hay o no riesgos a nivel ambiental pero existen otros elementos que pueden no ser científicos pero que son igualmente válidos y determinantes para decidir la entrada o no de transgénicos.

- La soberanía y autonomía alimentaria por sus implicaciones políticas y cotidianas, por su estrecha relación con los recursos agrícolas y la producción del campo, son también una cuestión que no debe quedar fuera de un análisis futuro.

La ideología dominante promueve una visión de escasez constante en la producción de alimentos. Continuamente escuchamos que es necesario alimentar a una población que va en aumento lo que conlleva, de acuerdo a este discurso, generar mecanismos que aumenten la productividad. Argumentos como este son los que impulsan el desarrollo de tecnologías y

productos como los alimentos transgénicos. Sin embargo, como pudimos observar en este trabajo, no es posible resolver el problema del hambre y la desnutrición si no se reconoce que las relaciones sociales de producción son parte del problema, es decir, reconocer quien controla la producción y distribución de los alimentos y de las semillas.

Los alimentos transgénicos golpean la soberanía y autonomías alimentarias porque al imponerse como parte de los modos dominantes de producción, las posibilidades de elegir qué comer y cómo producir lo que comemos se ven disminuidas y debilitadas. La soberanía alimentaria se ve mermada porque no se nos informa cómo es que se produce lo que comemos o qué es lo que contiene, porque la cultura gastronómica se ve desplazada por productos cuyo origen parte de un interés más económico que incluso nutritivo. Los motores de la producción de alimentos se echan a andar a partir de lo que deciden aquellos que controlan los medios de producción en esta área. Los transgénicos son una tecnología que quiere ser impuesta sobre otras formas de producción agrícola persiguiendo un máximo rendimiento que se traduzca en máxima ganancia sin importar qué va destruyendo a su paso.

Podemos concluir de manera general que a partir de la reducción ontológica que se hace de los genes, se facilita el proceso de conversión de la semilla en mercancía. La racionalidad expansiva de rendimiento y eficacia del capital a través de distintas tecnologías aplicadas en el agro busca predominar sobre otras formas de relación con la naturaleza, con el trabajo y su producto. La innovación tecnológica en la agricultura es motor y pretexto para que la semilla se incorpore también al mercado a modo de mercancía pero además sirve de engrane en el proceso de transformación social y ambiental que requiere el capital para su reproducción.

Encontramos también que en este proceso de transformación social, las patentes son un recurso que ha encontrado la sociedad capitalista para la apropiación y privatización de nuevas variedades vegetales y la propiedad intelectual; son un vehículo para el proceso de mercantilización de la naturaleza y del conocimiento.

Finalmente, en esta tesis se ha intentado plasmar un enfoque interdisciplinario y crítico al desarrollo de maíz transgénico, pero queda incompleto si no se habla también de las luchas y resistencias que se han ido generando para contrarrestar la inercia que pareciera tener el desarrollo, implementación y comercialización del maíz transgénico. Aplicar un

análisis crítico al desarrollo de maíz transgénico nos permitió visualizar más ampliamente algunos de los elementos involucrados.

Podemos decir que el desarrollo de alimentos transgénicos, como producto de un sistema de producción capitalista implica la confrontación de dos sectores antagónicos, los que poseen los medios de producción y los que poseen tan sólo su fuerza de trabajo. Los campesinos y pueblos indígenas, a partir del trabajo de años, de la transmisión de conocimiento generación por generación, a partir del cultivar la tierra pero también de cultivar su naturaleza humanizada, han producido infinidad de valores de uso, los cuales son buscados por el capital para transformarlos en valores de cambio generadores de plusvalía.

Existe un antagonismo entre una forma de producción que reproduce valores de cambio y otras muy diversas que producen principalmente valores de uso e intentan seguir construyendo la posibilidad de decidir su propio rumbo a través del trabajo. Se trata pues de recuperar de manera efectiva para los pueblos indígenas y campesinos, incluso para los científicos, el control de los medios de producción. La defensa de las semillas, de la diversidad biológica, del agua y de la tierra van de la mano con muchas otras luchas en muchos otros sectores productivos. La defensa de la diversidad biológica y cultural sólo es posible si se lucha contra las formas de producción que convierten en mercancía la relación naturaleza-sociedad y sólo si esta defensa se hace junto con los pueblos indígenas y campesinos y con otros sectores de la sociedad que reconocen al sistema capitalista de producción como una forma de relación social que usa el despojo y la explotación como fuente de riqueza.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberts, B. *et al.* (2002): *Molecular Biology of the cell*, Nueva York, Garland Science.
- Altieri, M. (2000): Ecological impacts of industrial agriculture and the possibilities for truly sustainable farming. En: Magdoff, F.; Bellamy Foster, J.; Buttel, F.H. (2000): *Hungry for profit. The agribusiness threat to farmers, food, and the environment*, Nueva York, Monthly Review Press.
- Altieri, M. (2004): Aspectos socioculturales de la diversidad del maíz nativo. Para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Como parte de la Iniciativa del Artículo 13: *Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México*, Québec.
- Altieri, M. Biodiversidad multifuncional en la agricultura tradicional latinoamericana. *LEISA, Revista de agroecología*, (15), 3-4. En: <http://latinoamerica.leisa.info>.
- Álvarez-Buylla, E. (2004a): Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico. Para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Como parte de la Iniciativa del Artículo 13: *Maíz y biodiversidad: efectos del maíz transgénico en México*, Québec.
- Álvarez-Buylla, E. (2004b) Aspectos ecológicos, biológicos y de agrobiodiversidad de los impactos del maíz transgénico en Muñoz, J. (Coord.)(2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM.
- Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro, A. (2008): Riesgos y peligros de la dispersión de maíz transgénico en México. *Revista Ciencias, Número 92-93*, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, pp: 82-96.
- Álvarez, C; Alfredo Chozas; Santiago Ramírez; Guillermo Zambrana y Marcela Zambrana. La ideología espontánea de los científicos en México. En: Dominique Lecourt, (1980): *Filosofía, ciencia y política*, Distrito Federal, Nueva Imagen. pp: 73-136.
- Aragónés, A.M. (2007): *Sin maíz más migración*, Distrito Federal, La Jornada, 23 de Enero de 2007.
- Aronowitz, S. (1988): *Science as power. Discourse and Ideology in Modern Society*, Minnesota, University of Minnesota Press.

- Barfoot, P y Brookes, G. (2006): *GM Crops: The first ten years -Global Socio-Economic and Environmental Impacts*. Resumen Ejecutivo Número 36 del Servicio Internacional para las Adquisiciones de Aplicaciones Agrobiotecnológicas, Nueva York, ISAAA. En: www.isaaa.org
- Blanco H., Togeiro de Alemida, L. y Gallager, K. (Eds.) (2005): *Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas*, Santiago. RIDES – GDAE.
- Bock, K. (1978): Teorías del progreso, el desarrollo y la evolución. En: Bottomore, T; Nisbet, R. (1978): *Historia del análisis sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu Editores.
- Boege, E. (2008): Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz, *Revista Ciencias*, 92-93, Distrito Federal, Facultad de Ciencias-UNAM.
- Bonfil Batalla, G.(1994): *México profundo. Una civilización negada*, Distrito Federal, Grijalbo.
- Bosch, P. (2002): Importancia de la biotecnología para la economía mexicana. En: Bolívar, F. (2002): *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI. Retos y oportunidades*, Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica y CONACYT.
- Bravo, A., Gill, S. y Soberón, M. (2007): Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4): 423-435.
- Buenrostro, M. (2008): Las bondades de la milpa. *Revista Ciencias*, 92-93. Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Bunge, M. (2001): *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Nueva Imagen.
- Cacho, D. (2007): La cadena maíz-tortilla. La realidad y las soluciones. Conferencia impartida durante el foro: “*Situación y perspectivas en la producción y comercialización de maíz en México*”. Febrero, 2007. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, UNAM, Distrito Federal.
- Campbell, A. (1990); Epistatic and pleiotropic effects on genetic manipulation. En: Bernardi, G. y Mooney, H. (1990): *Introduction of genetically modified organisms into the environment. SCOPE 44*, Gran Bretaña.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C. y Zárata, S. (1997): Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Bol. Soc. Bot.*, 61, Distrito Federal.
- Chilam Balam de Chumayel (2006) Traducción de Antonio Mediz Bolio y prólogo de

- Mercedes de la Garza, México, CONACULTA.
- Clark, B. (2002): Materialism, Emergence, and Life: The interaction of Gene, Organism, and Environment, *Critical Sociology*, 28 (3), Leiden.
- Clive, J. (2009) En:
<http://www.isaaa.org/Resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html>
- Comisión de Cooperación Ambiental, (2004): *Maíz y biodiversidad. Efectos del maíz transgénico en México*, Conclusiones y recomendaciones, Québec.
- Commoner, B. (2002): Unraveling the DNA Myth: The spurious Foundation of Genetic Engineering, *Harper's Magazine*, 304 (1821), pp: 39-47.
- Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (2000): Cartagena Protocol on biosafety. En: <http://bch.cbd.int>
- Consulta pública para establecer el arancel a la cuota adicional de maíz amarillo. Secretaría de Economía, México:
www.sagarpa.gob.mx/cmdrs/sesiones/2007/Prim_ord_07/Cons_maiz.pdf
- Dalton, R. (2009): Mexico's transgenic maize under fire. *Nature* 462, 404. En:
<http://www.nature.com/news/2009/091125/full/462404a.html>
- De Ita, A. (2004): Maíz transgénico en México: apagar el fuego con gasolina. En: Muñoz, J. (coord.)(2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM.
- De Ita, A. (2009): *México, nuevo basurero de Monsanto*, Distrito Federal, La Jornada, 16 de mayo de 2009.
- Descartes, R. (1996)[1637]: *Discurso del método*. Madrid, Espasa Calpe.
- Echeverría, B. (1998): *La contradicción del valor y el valor de uso en El Capital de Karl Marx*, Distrito Federal, Itaca.
- Echeverría, B. (1998): *Valor de uso y utopía*, Distrito Federal, Siglo XXI.
- Echeverría, B. (2001): *Definición de la Cultura*, Distrito Federal, ITACA-UNAM.
- Echeverría, B. (2005): *La Tecnología del Capital. Subsunción formal y la subsunción real del proceso de trabajo al proceso de valorización*, Distrito Federal, Itaca.
- Ellstrand, N., Prentice, H. y Hancock, J. (1999): Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 30, pp: 539-563.
- Enciclopédie des Nuisances. (2000): *Observaciones sobre la agricultura genéticamente*

- modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio.
- Engels, F. (2000) [1884]: *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*, Santa Fé de Bogotá, Panamericana Editorial.
- Financial Release. Syngenta full year results (2008). En: www.syngenta.com
- Foladori, G. 2001. *Controversias sobre sustentabilidad. La coevolución sociedad-naturaleza*, Zacatecas. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Foster Bellamy, J. (2000): *Capitalism's environmental crisis- is technology the answer?* Tokyo Hitotsubashi University Press.
- Futuyma, D. (1998): *Evolutionary biology*, Massachusetts, Sinauer Associates.
- Futuyma, D. J. (2005): Population structure and Genetic Drift. En: Futuyma D. J. (2005): *Evolutionary Biology*. Massachusetts, Sinauer Associates, Inc., p. 315.
- Gainza, P. y Viera Cherro, M.(2009): Desplazamientos involuntarios por los agronegocios en Uruguay. *Revista Biodiversidad* (61), 5. En: www.biodiversidad.org
- Galafassi, G. (2006): *Ecología: producción de conocimiento, ciencia y mercado capitalista. Consideraciones acerca de los estudios sobre sociedad-naturaleza*. En: <http://www.herramienta.com.ar/index.php>
- GRAIN (2008): *Cuidar el suelo*. En: <http://www.rebellion.org>
- Grupo ETC. (2005) Oligopolio S.A. 2005. Concentración del poder corporativo. *Comuniqué*, 91. En: www.etcgroup.org
- Grupo ETC. (2008): *El patentamiento de los "genes climáticos"... y la apropiación de la agenda climática*. En: www.etcgroup.org
- Grupo ETC (2009): *¿De quién es la naturaleza? El poder corporativo y la frontera final en la mercantilización de la vida*. En: www.etcgroup.org
- Gurian-Sherman, D. (2009): *Failure to yield. Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops*. Massachusetts, Union of Concerned Scientists (UCS). En: www.ucsusa.org
- Habermas, J. (1984): *Ciencia y técnica como "ideología"*, Madrid. Tecnos.
- Hernández, X; Wellhausen, E; Roberts, L y Mangelsdorf, P. (1987): Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. En: *Xolocotzia. Obras de Efraím Hernández Xolocotzi*, Tomo I, Revista de Geografía Agrícola, Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo.

- Herrera-Estrella, L; Larqué, A. y Serratos, J. (2002): La biotecnología en el sector agrícola. En: Bolívar, F. (Coord.)(2003): *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la Biotecnología en México*, Distrito Federal, CONACYT-FCE-UNAM.
- Herrera-Estrella, L. (2004a): Plantas transgénicas. En: Bolívar, F. (Comp. y ed.) (2004): *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México.
- Herrera-Estrella, L. y Martínez Trujillo, M. (2004b): Plantas transgénicas: potencial, uso actual y controversias. En: Muñoz, J. (Coord.) (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM.
- [Http://www.economiasnci.gob.mx:8080/siaviWeb/subPartidaAction.dotigie=100510&paper=comanualimpo](http://www.economiasnci.gob.mx:8080/siaviWeb/subPartidaAction.dotigie=100510&paper=comanualimpo)
- Human appropriation of the world's food supply. (2006) En: <http://www.globalchange.umich.edu>
- Jardón Barbolla, L. (2010): La lucha por las semillas: el gris de la conquista y la policromía de la resistencia. *Revista Rebeldía*, 71. Distrito Federal.
- Klein, N.(2004): *Bagdad Año Cero. El pillaje de Irak tras una utopía neoconservadora*. En: <http://www.harpers.org>
- Kloppenborg, J. (2004); *First the seed. The political economy of plant biotechnology*, Wisconsin, University of Wisconsin Press.
- Kosik, K. (1967): *Dialéctica de lo concreto*, Distrito Federal, Grijalbo.
- Lander, E. (2002): La utopía del mercado total y el poder imperial. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 8 (2), Caracas, Universidad Central de Venezuela.
- Lenk, K. (1961): *El concepto de ideología. Comentario crítico y selección sistemática de textos*. Buenos Aires, Amorrortu editores.
- Levin, S. (1990): Ecological issues related to the release of genetically engineered organisms into the environment. En: Bernardi, G. y Mooney, H. (1990): Introduction of Genetically Modified Organisms into the environment, *SCOPE 44*, Gran Bretaña, Biddles Ltd.
- Levins, R. (2001): Cuando la ciencia nos falla. *Revista Internacional Marx Ahora*. No. 11. La Habana, Ciencias Sociales.

- Levins, R. y Lewontin, R. (1985): *The Dialectic Biologist*, Nueva York, Harvard Univ. Press.
- Levins, R. y Lewontin, R. (2002): *What does it mean to be a radical?* En: www.monthlyreview.org
- Levins, R. y Lewontin, R.(2007): Ten propositions on Science and Antiscience. En: *Biology under the influence. Dialectical essays on ecology, agriculture and health*. Nueva York, Monthly Review Press.
- Lewontin, R. (1992): *Biology as Ideology. The doctrine of DNA*, Nueva York, Harper Collins.
- Lewontin R., (2000a): The triple helix: gene, organismo and environment. Harvard university press Cambridge, Massachusets, 131 pp.
- Lewontin, R. (2000b): The maturing of capitalist agriculture: farmer as proletarian. En: Bellamy Foster, J. Buttell, F y Magdoff, F. (2000): *Hungry for profit. The agribusiness threat to farmers, food and the environment*. Nueva York, Monthly Review Press.
- López-Munguía, A., Quintero, R. y Ramírez, O. (coords.)(2002): Biotecnología e industria. En: Bolívar, Z. (2002): *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, Distrito Federal, CONACYT y Fondo de Cultura Económica.
- Louette, D., Charrier, A., y Berthaud, J. (1997): *In situ* conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community, *Economic Botany*, 51(1): 20-38.
- Mandel, E. (1962): *Tratado de Economía Marxista*. Distrito Federal, Ediciones Era, S.A.
- Marx, K. (1976)[1844]: *Manuscritos económico-filosóficos de 1844*, Distrito Federal, Ediciones de Cultura Popular.
- Marx, K. (1976)[1865]: *Salario, precio y ganancia*, Pekin, Lenguas Extranjeras.
- Marx, K. (2000)[1849]: *Trabajo asalariado y capital*. En <http://www.marxists.org>, última actualización: 2004.
- Marx, K. (2005)[1867]: *El Capital*. Tomo I / Vol. 1. Distrito Federal, Siglo XXI.
- Marx, K. (1973)[1865]: *La Ideología Alemana*. En Marx, K. y Engels, F. Obras Escogidas. Tomo IV. Buenos Aires, Ciencias del Hombre.
- Marx, K. y F. Engels, (1955) [1845-1846]: Tesis sobre Feuerbach. En Marx, K y F. Engels: *Obras Escogidas*, Moscú, Progreso.
- Mason Hart, J. (1998): *El México revolucionario. Gestación y proceso de la Revolución*

- Mexicana*. México, Alianza Editorial, p. 81.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman M., Sánchez, J., Buckler, E., Doelby, J. (2002): A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99 (9).
- Mayr, E. (1991): *One Long Argumen. Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*. Massachusetts, Harvard University Press, p. 27.
- McAfee, K. (2003): Neoliberalism on the molecular scale. Economic and genetic reductionism in biotechnology, *Geoforum*, 34: 203-219.
- Monsanto Company (2006), *Annual report*. En www.monsanto.com
- Monsanto Company (2008), *Annual report*. En: www.monsanto.com
- Mooney, P. (2002): *El siglo ETC, erosión, transformación tecnológica y concentración cooperativa en el siglo 21*. En: www.etcgroup.org
- Morin, E. (1984): *Ciencia con consciencia*. Anthropos, editorial del hombre, Barcelona.
- Moulder, C., et al. (2007): Transgenic maize containing the *Cry1Ab* protein ephemerally enhances soil microbial communities, *Ambio*, 34 (4), p. 359. En: <http://ambio.kva.se>
- Muñoz Rubio, J. (2005): *Una crítica a las raíces del concepto capitalista de escasez. (T. Malthus, D. Hume, A. Smith y C. Darwin)*, Distrito Federal, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Muñoz, J. (coord.), (2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI.
- Nadal, A. y Wise, T. (2004): Los costos ambientales de la liberación agrícola. El comercio del maíz entre México y Estados Unidos en el marco del NAFTA. En: Hernán Blanco, et al. (2005): *Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas*, Santiago, RIDES – GDAE.
- Nadal, A. (2007): *Maíz: cosechar tempestades*, Distrito Federal, La Jornada, 23 de enero de 2007.
- Nadal, A. (2008): *Zoológico para semillas del mundo*, Distrito Federal, La Jornada, 27 de Febrero de 2008.
- Neurath, J. (2008): La boda del maíz y la fragilidad de la alianza, *Revista Ciencias*, 92-93, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM, p. 36.

- Olea Franco, A. (1997): La introducción del maíz híbrido en la agricultura mexicana: una historia de equívocos científicos, intereses comerciales y conflictos sociales. En: Rutsch, M y Serrano, C. (eds.) (1997): *Ciencia en los márgenes. Ensayos de historia de las ciencias en México*. Distrito Federal, IIA-UNAM.
- Oliveira, A.P., Pampulha, M.E. y Bennet, J.P (2008): A two-year field study with transgenic *Bacillus thuringiensis* maize: effects on soil microorganisms, *Science of the total environment*, 405. En: www.sciencedirect.com
- Paczka, R. (2003): La diversidad del maíz en México. En: Esteva, G. y Marielle, C. (2003): *Sin maíz no hay país*, Distrito Federal, DGCPI-CONACULTA.
- Pardo Silva, R. (2009): Los grandes capitalistas a la conquista de tierras de cultivo de países pobres, *Rebelión*. En: www.rebelion.org
- Pengue, W. (2000): *Cultivos transgénicos. ¿Hacia dónde vamos?* Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Perales, H. (2008): El maíz, riqueza de México, *Revista Ciencias*, 92-93, Distrito Federal, UNAM, p. 48.
- Pickersgill, B. (2007): Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany* 100: 925-940.
- Piñeyro, A. (2007): “*Restricciones analíticas de las técnicas de biomonitorio de Organismos genéticamente modificados de uso agrícola: estudio de caso de muestras de maíz procedentes de la Sierra Norte de Oaxaca*”. Tesis de licenciatura, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Popol Vuh (1993): Popol Vuh. Las antiguas historias del Quiché. Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica, pp: 103-104
- Populations Information Program (1997): *Population Reports*, Vol. XXV, 4. En: http://info.k4health.org/pr/m13/m13chap1_2.shtml
- Pueblos, tribus y naciones participantes en el Encuentro de Pueblos Indígenas de América. (2007): *Declaración de Vicam*. Sonora. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>.
- Pueblos y tribus reunidas en Xayakalan. (2009): Declaración de Xayakalan. Michoacán. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>
- Quist D. y Chapela, I. (2001): Transgenic DNA introgressed into traditional maize land races in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414: 541-543.

- Ribeiro, S. (2004): Cultivos transgénicos: contexto empresarial y nuevas tendencias. En: Muñoz, J. (coord)(2004): *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*, Distrito Federal, Siglo XXI, CEIICH-UNAM.
- Ribeiro, S. (2007): El imperio de Monsanto y la destrucción del maíz. *Revista Rebelión*. En: <http://www.rebellion.org>
- Ribeiro, S.(2008): *El hambre de los agronegocios*, Distrito Federal, Periódico La Jornada, 10 de mayo de 2008.
- Rodríguez, S. (2006): *Que gane el quiero la guerra del puedo*, Distrito Federal, *Revista Rebeldía*, 43: 14-16.
- Rose, S. (2001): *Trayectorias de vida. Biología, libertad y determinismo*, Barcelona, Granica.
- Santos, M. (2000): *La naturaleza y el espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*, Barcelona, Ariel, S.A.
- Sfez, L. (2005): *Técnica e ideología, un juego de poder*. Distrito Federal, Siglo XXI.
- Schmeiser, P. (2009) En: <http://www.percyschmeiser.com/conflict.htm>.
- Sicilia, J. (2009): De la influencia al biopoder, *Revista Proceso*, Distrito Federal, Mayo de 2009. En: www.proceso.com.mx
- Slatkin, M. (1999)[1989]: Flujo génico en poblaciones naturales. En: Nuñez-Farfán, J. y Eguiarte, L. (comp.) (1999): *La Evolución Biológica*, Distrito Federal, UNAM y CONABIO.
- Soberón, F. (2003): *La ingeniería genética, la nueva biotecnología y la era genómica*, Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica.
- Soberón Mainero, J. y Golubov Figueroa, J. (2004): Biotecnología y Biodiversidad. En: Bolívar, F. (Comp. y ed.) (2004): *Fundamentos y casos existosos de la biotecnología moderna*, Distrito Federal, CONACYT, IBT-UNAM, AMC, El Colegio Nacional y CIBIOGEM-México.
- Solleiro, J. (2000): Regulación del acceso a recursos genéticos. En: *Revista de Geografía Agrícola, estudios regionales de la agricultura mexicana*, 30, Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Strickberger, M. (2000): *Evolution*, Estados Unidos, Jones y Bartlett Publishers.
- Suárez, E. (1989): *Orígenes y repercusiones sociales de la ingeniería genética*. Tesis para

- obtener el grado de Biólogo, Distrito Federal, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Suárez, E (2005): Reduccionismo y biología en la era postgenómica, *Revista Ciencias*, 79, Distrito Federal, UNAM.
- Subcomandante Insurgente Marcos (2007): *Las ropas nuevas de los viejos conquistadores*. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>
- Subcomandante Insurgente Marcos, Delegado Zero del EZLN. (2001): *Siete piezas sueltas del rompecabezas mundial*, Distrito Federal, Ediciones FZLN.
- Subcomandante Insurgente Marcos, Delegado Zero del EZLN. (2007): *Ni el centro ni la periferia*. En: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx>
- Syngenta (2006): *Financial Release. Syngenta full year results 2006*. En www.syngenta.com
- Tenaillon M., Sawkins M., Long A., Gaut R., Doelbey J., y Gaut B. (2001): Patterns of DNA sequence polymorphism along chromosome 1 of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.). *PNAS*, 98, pp: 9161-9166.
- The UPOV System of Plant Variety Protection. En: www.upov.int/en/about/upov_system.htm
- Toledo, V. y Barrera-Bassols, N. (2008): *La memoria biocultural. La importancia ecológica de los saberes tradicionales*. Barcelona, Icaria Editorial.
- Unidad de Informaciones de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.(2005) en: www.pnuma.org
- Vassallo Rodríguez, M. (2008): *Mats': la fuerza que corre por nuestras venas. El uso del pozol, una bebida de maíz, en algunas comunidades del área maya. Un estudio diacrónico*. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Etnohistoria, Distrito Federal, Escuela Nacional de Antropología e Historia,
- Vavilov, N.I. [1994](1930): México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del Nuevo Mundo. *Revista de Geografía Agrícola, estudios de la agricultura mexicana*, Texcoco, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Villoro, L. (1998): *Estado plural, pluralidad de culturas*, Distrito Federal, Paidós-Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Young, R. (1977): Science is social relations. *Radical Science journal*, No. 5, pp: 65-129. En: <http://human-nature.com/rmyoung/papers/sisr.html>
- Zapata, B. (2002) (Coord. gral): Biotecnología como área estratégica. En: *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la Biotecnología en México*, Distrito Federal,

CONACYT- AMC-UNAM.

Zapata, B. (comp.), (2005): *Fundamentos y casos exitosos de la Biotecnología Moderna*.
Distrito Federal, Colegio Nacional.

Zapata, B. (coord.), (2002): *Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI. Retos y oportunidades*, Distrito Federal, Fondo de Cultura Económica.