



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

LIC. EN RELACIONES INTERNACIONALES

**EL PROTOCOLO DE CARTAGENA COMO INSTRUMENTO
REGULADOR DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS.**

EL CASO DE MEXICO Y LA IMPORTACION DE MAIZ

TRANSGENICO PROVENIENTE DE LOS ESTADOS

UNIDOS DE AMERICA.

MARIANA YURISKI ABAD SOLARES

ASESORA DE TESIS: MARTHA ELENA GARIBAY OCHOA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios quien hizo posible la realización de esta tesina y es parte importante de mi vida.

A la memoria de mi madre y hermana a quienes recuerdo con mucho amor.

A mi papá que me ha motivado con sus palabras y su amor de padre todo el tiempo desde que empecé con esta tesina.

A mis hermanos y hermanas que me han apoyado en todo momento y a los cuáles admiro.

A mi asesora a quien admiro y respeto, por todos sus consejos y apoyo que me brindó durante la realización de esta tesina.

A mis amigos incondicionales que están conmigo cada día que lo necesito, por su apoyo, estima y a los que considero también mis hermanos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPITULO 1	
1.-EL PROTOCOLO DE CARTAGENA: CONCEPTOS Y REGULACIÓN DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS (OVM)	
1. 1.1-CONCEPTO DE BIOTECNOLOGÍA.....	10
1.1.1.2.-LA CREACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARTAGENA.....	14
1.1.1.1. 1.3.-DEFINICIÓN DE ORGANISMO VIVO MODIFICADO.....	19
1.1.1.2. 1.4.-PROPUESTA SOBRE EL USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL PROTOCOLO DE CARTAGENA.....	28
CAPITULO 2	
2.-MÉXICO COMO ESTADO PRODUCTOR Y RECEPTOR DE BIOTECNOLOGÍA Y ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS (OVM)	
1.2.2.1.- LA PARTICIPACIÓN DE MÉXICO EN LA CREACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARTAGENA.....	39
1.3.2.2.-INSTITUTOS E INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN BIOTECNOLOGICA EN MÉXICO.....	47
1.4.2.3.-LA BIODIVERSIDAD MEXICANA COMO FUENTE DE MATERIAL GENÉTICO.....	53
1.4.1.1. 2.4.-EMPRESAS E INDUSTRIAS BIOTECNOLOGICAS EN MÉXICO.....	60
1.4.1.2. 2.4.1.-EMPRESAS BIOTECNOLOGICAS MEXICANAS.....	64
1.4.1.3. 2.4.2.-EMPRESAS TRANSNACIONALES BIOTECNOLOGICAS EXTRANJERAS EN MÉXICO.....	68

CAPITULO 3

3.-EL CASO DE LA IMPORTACIÓN DEL MAÍZ ORGANISMO VIVO MODIFICADO (OVM) A MÉXICO

1.1.3.1.-PANORAMA GENERAL DE LA IMPORTACIÓN DEL MAÍZ ORGANISMO VIVO MODIFICADO (OVM) BACILUS THURINGIENSIS (BT) PROVENIENTE DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA A MÉXICO.....	81
1.1.1.1. 3.2.-RESEÑA DEL MAÍZ NATURAL, SUS CARACTERÍSTICAS Y DIFERENCIAS ENTRE EL MAÍZ LOCAL MEXICANO Y EL MAÍZ ORGANISMO VIVO MODIFICADO (Bt).	86
1.1.1.2. 3.3.-ÁREAS DE CONSUMO DEL MAÍZ NATURAL Y MAÍZ BACILLUS THURINGIENSIS EN MEXICO.....	92
1.1.1.3. 3.4.-EFECTOS DE LA SIEMBRA DE MAÍZ ORGANISMO VIVO MODIFICADO (OVM) PARA EL MAÍZ ORGANICO MEXICANO Y DEMAS BIODIVERSIDAD.....	97
CONCLUSIONES.....	108
ANEXOS	115
BIBLIOGRAFIA.....	120

SIGLAS Y ACRONIMOS

SIGLAS	NOMBRE
ADN	ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO
ANUIES	ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR
Bt	BACILLUS THURINGIENSIS
BT	BIOTECNOLOGÍA
CDB	CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA
CECCAM	CENTRO DE ESTUDIOS PARA EL CAMBIO EN EL CAMPO MEXICANO
CIBIOGEM	COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMO GENÉTICAMENTE MODIFICADOS
CICY	CENTRO DE INVESTIGACION CIENTÍFICA DE YUCATÁN
CIEPAC	CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y POLÍTICAS DE ACCIÓN COMUNITARIA
CIMMYT	CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL MAÍZ Y TRIGO
CINVESTAV	CENTRO DE INVESTIGACIONES EN BIOTECNOLOGIA DEL INSITTUTO POLITECNICO NACIONAL
CONABIO	COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
CONACYT	CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
EEUU	ESTADOS UNIDOS
FAO	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA
INE	INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA
IPN	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

OGM	ORGANISMO GENETICAMENTE MODIFICADO
OMC	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE COMERCIO
ONG	ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES
ONU	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
OVM	ORGANISMO VIVO MODIFICADO
PNUMA	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE
SAGARPA	SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION
SEMARNAT	SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
UAM	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNAM	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
UNORCA	UNIÓN NACIONAL DE ORGANIZACIONES REGIONALES CAMPESINAS AUTÓNOMAS DE MEXICO

INTRODUCCION

El presente proyecto surge de la importancia de conocer los protocolos a los cuales está adherido México en materia de medio ambiente, los cuales son poco conocidos para todo Internacionalista. Las relaciones exteriores no solo se componen de las políticas gubernamentales en materia económica y social, también se componen de factores ambientales y es precisamente de la escasa información e interés que se suele tener en esta área por la que esta tesina se desarrolló, para conocer no solo los protocolos o tratados en materia de comercio, es decir también es necesario conocer los protocolos en materia ambiental y como afecta el entorno nacional e internacional.

Probablemente uno de los temas que más puede aportar a México una importancia mundial es el del medio ambiente, el cual es un tema fundamental para un mundo en continuo desarrollo tecnológico. Este es el motivo que hace a este tema de la protección al medio ambiente cada vez más importante en la agenda global y por lo tanto aportará conocimientos que afectan directamente a México y sus relaciones de igual o superior condición científico-tecnológico lo que conducirá a crear lazos transfronterizos que las relaciones internacionales deberán considerar para su estudio en el marco universal.

La peculiaridad de presentar este proyecto en la modalidad de tesina responde a las características particulares del tema al centrarse en tópicos sobre diversidad y biotecnología cuyos actores involucrados, especialmente empresas, institutos y estados productores y receptores, así como las fuentes de información y datos o indicadores disponibles son hasta cierto punto limitados, no obstante la importancia de sus causas y efectos en la biotecnología en el aspecto central para el desarrollo presente y futuro de la comunidad mundial representada por los estados-nación como son la protección, transformación y perduración de la biodiversidad, su transformación mediante el uso de tecnologías y sus posibles efectos en el ámbito de producción y de sustentabilidad.

Debido a las razones expuestas es que la metodología de esta tesina se sustenta en una base conceptual y su alcance es de tipo descriptivo debido a que la regulación de las actividades relacionadas con la biotecnología se encuentra en una etapa aún temprana y aún carece de resultados comprobables o concluyentes.

El único instrumento definitorio y regulador internacional en la materia es el Protocolo de Cartagena y se parte de éste para recolectar los conceptos característicos y disponibles e identificar las prácticas y técnicas actuales y en materia de biodiversidad, biotecnología y modificación de organismos (transgénicos).

En función del tipo y alcance de estudio descritos, el objetivo de esta tesina consiste *en conocer las causas que llevaron a México a firmar el Protocolo de Cartagena, así como conocer las razones por las cuales importa maíz transgénico proveniente de Estados Unidos*. Los objetivos consisten en *conocer la reglamentación internacional en materia de organismos vivos modificados para saber que reglamentaciones internacionales está violando México y descubrir las repercusiones internacionales originadas de esta importación*.

Este proyecto ha considerado viable la formulación de una hipótesis general, la cual enuncia que *“México firmó el Protocolo de Cartagena con la finalidad de obtener apoyo financiero y tecnológico para desarrollarse biotecnológicamente”*.

La delimitación del tema define como estudio la actividad humana derivada de la transformación del medio natural o biodiversidad, desarrollada de manera histórica y en constante evolución técnica, científica y biotecnológica así como la forma en que diversas empresas e institutos de diversos estados han generado vínculos de productividad, tecnología y comercialización generando un intercambio de

información en materia tecnológica y ambiental con consecuencias en la biodiversidad.

Son estas repercusiones lo que hace posible la terminación de esta tesina ya que se aclararán las ideas erróneas o acertadas que se puedan tener sobre el uso, consumo e importación de los organismos vivos modificados sobre el medio ambiente específicamente sobre la biodiversidad local silvestre representada en el maíz mexicano.

CAPITULO I

1.-EL PROTOCOLO DE CARTAGENA: CONCEPTO Y REGULACION DE ORGANISMO GENÉTICAMENTE MODIFICADO

Como punto de partida de esta tesina se ha decidido utilizar un marco conceptual debido a que es importante definir con claridad el concepto central de este trabajo: organismo genéticamente modificado, de forma complementaria se definirán conceptos íntimamente relacionados como son biotecnología, organismo vivo modificado, transgénico y organismo genéticamente modificado.

Los objetivos de este capítulo consisten en conocer las razones por las cuales México firmó el Protocolo de Cartagena para saber su aplicabilidad, así como enunciar el proceso de creación del Protocolo de Cartagena como instrumento regulatorio de protección a la biodiversidad. Para visualizar este objetivo es necesario conocer el concepto de biotecnología y organismos genéticamente modificados. Por lo que un objetivo alternativo consistirá en definir y comprender el funcionamiento y uso de la biotecnología y con la información obtenida crear un punto de vista más imparcial sobre su consumo.

1.1-Concepto de Biotecnología

Desde inicios de la historia el hombre ha hecho todo lo posible por desentrañar los misterios de la naturaleza como parte de su afán por descubrir los métodos que le permitan controlar, cambiar y mejorar a su conveniencia el ciclo de la vida de los seres vivos. La ciencia es el gran paso que el hombre decide dar para desarrollarse como un ser capaz de manipular su evolución. Entonces el avance científico pasa a ser parte fundamental en el progreso de la sociedad.

La tecnología es un factor que puede indicar la división entre una nación estática y una nación progresista. Por lo tanto el desarrollo de nuevas tecnologías para la

investigación, del hombre y la naturaleza significan un mayor avance para develar el misterio de nuestra evolución.

Con la aparición del ADN (Watson y Crick 1953), el cual se define como “la sustancia química que almacena la información de las células, la fusión de células, las nuevas técnicas de bioprocesado y el responsable de las características de un ser vivo”¹, se intensificaron las investigaciones en el campo de la biología como fue el caso de las células responsables de transmitir los caracteres y toda la información genética en cada ser viviente, animal, planta y ser humano.

La biología celular marcó el comienzo de lo que diversos autores llamaron *biotecnología*, la cual, se define hoy en día “como la utilización deliberada y controlada de agentes biológicos sean seres vivos, sus células o los componentes celulares manipulados en su sistema biológico, para su aplicación en procesos técnicos dirigidos a manufacturar productos y obtener servicios”². La tecnología basada en la biología, admite en su definición asociarla a cualquier técnica que utiliza organismos vivos para crear nuevos productos, para mejorar los rendimientos de plantas o animales, o para desarrollar microbios con fines específicos.

Esta definición incluye los métodos tradicionales de cultivos de plantas, ganaderías y procesos de fermentación conocidos desde la antigüedad, a la vez que recoge también métodos de la biotecnología moderna, como el uso industrial del ADN recombinante (ácido desoxirribonucleico). Una parte importante de la biotecnología es la interpretación, intercambio y modificación de los genes responsables de la heredabilidad de las características de los productos como su color, forma, etc., mediante el uso de lo que se conoce como ingeniería genética.

¹ Qué es la biotecnología en: <http://www.eufic.org/page/es/page/FAQ/fagid/biotecnologia-modificacion-genetica/> definición establecida por EUFIC Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación una organización sin ánimo de lucro que proporciona información científica sobre la seguridad y calidad alimentaria, la salud y nutrición.

² CONACYT. *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades*, México, FCE, 2001, p. 20.

La *ingeniería genética*, como “conjunto de técnicas constituye un valioso instrumento del que se vale la biotecnología para avanzar en el conocimiento básico y aplicado mediante el cual se abordan los principios de clonaje y transferencia de genes en distintos sistemas”³, a la vez permite alterar las características heredadas de los organismos vivos, ya sea de un individuo, animal, o planta. La ingeniería genética se define también como “el último eslabón de una cadena continua de biotecnologías practicadas por los seres humanos desde el origen de la civilización, desde la fabricación del pan y el vino, a la cría selectiva”⁴. Con este párrafo se evoca a la agricultura antigua, gracias a la cual nuestros antepasados podían satisfacer su necesidad de alimentación. Estos grupos utilizaban técnicas biotecnológicas sin saberlo, para producir alimentos como el vino, el cual ya era consumido en épocas como el periodo del neolítico y para el cual se utilizaban métodos como la *fermentación*⁵ o la *oxidación*⁶. Como podemos observar, la biotecnología nació de la necesidad del hombre para satisfacer las necesidades básicas de sobrevivencia alimenticia, haciendo notable el desarrollo y el uso consecuente de la tecnología y la biotecnología sobre el medio ambiente y los organismos vivos que le rodean.

³ Izquierdo, Rojo Martha, *Ingeniería genética y transferencia genética*, Ed. Pirámide, 2001, Madrid, p 15.

⁴ Anderson Luke, *Transgénicos: ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente*, Ed. Gaia proyecto 2050, ed. 2001, Madrid, p 7.

⁵ Fermentación: cambio químico producido por un organismo vivo o un enzima, especialmente bacterias o los microorganismo que se producen en plantas unicelulares tales como levadura, mohos u hongos. La reacción incluye, generalmente la descomposición de los azúcares y almidones a alcohol etílico y dióxido de carbono, la acidulación de la leche o la oxidación de compuestos orgánicos nitrogenados. Generalmente se incluyen en estas reacciones enzimas, con levadura el enzima efectivo es la zimasa. La fermentación es esencial en la preparación de pan y otros productos alimenticios, en la manufactura de cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas tanto como del ácido cítrico, ácido glucónico, gloconato sódico y biopolímeros sintéticos. Véase Gessner G. Hawley. *Diccionario de química y de productos químicos*, Ediciones Omega, Barcelona, 1993, p. 461.

⁶ Oxidación es la reacción en la que el oxígeno se combina químicamente con otra sustancia, pero su uso ha sido muy ampliado hasta incluir cualquier reacción en la que se transfieran electrones. Reducción y oxidación se presentan siempre simultáneamente [reacciones reedox] y la sustancia que gana electrones es llamada agente oxidante. En términos generales es la pérdida parcial de electrones en la molécula. El número de electrones que debe ser añadido o restado de un átomo en un estado de combinación para convertirlo en una forma elemental. Véase *Op.cit.* , p. 747.

Las diferentes aplicaciones de la biotecnología han variado en el tiempo. Desde la publicación de la estructura de la doble hélice del *ADN*⁷ en el año de 1953 descubierta por Watson y Crick abrió el camino hacia las manipulaciones genéticas en distintos campos, de los cuales se citan tres por considerarlos más importantes en esta tesina y para observar claramente los efectos de la biotecnología en el tema de investigación.

- El primero de ellos tiene su aplicación en el campo de la medicina, realizándose investigaciones en “la búsqueda de genes que nos predisponen a padecer ciertas enfermedades”⁸, como el cáncer, malformaciones, síndromes, etc.
- El segundo en el sector químico farmacéutico creándose medicamentos para tratamiento para contrarrestar síntomas de enfermedades varias, y
- El tercero en la agricultura, en particular en la transformación de los alimentos y mejora de los tratamientos agrícolas utilizados en los cultivos para mejorar su calidad y rendimiento.

Como un intento de fusionar los tres campos descritos sobre el uso de la biotecnología, el científico estadounidense Charles J Arntzen⁹ planteó la posibilidad de obtener vacunas comestibles a partir de plantas transgénicas para inmunizar con ellas a la población. De acuerdo al doctor Rubén López Revilla¹⁰, se cuenta ya con un tipo de gen sintético para crear una vacuna comestible con base en el jitomate, siendo diseñado de forma original para ser expresado en bacteria.

⁷ Ácido desoxirribonucleico. Cadena de ácidos nucleicos, donde se guarda el material genético y las instrucciones bioquímicas que rigen el desarrollo de células y organismos. Descubierta por James Watson y Frances Crick proponen la estructura de doble Hélice conocida como ADN. Por este trabajo en 1962 reciben el premio Nobel de Fisiología. Véase en <http://www.biol.unlp.edu.ar/historiagenetica.htm>. Consultado el día 08 de Agosto de 2011.

⁸ Revista Ciencia y Desarrollo, CONACYT, Marzo-Abril del 2003, Vol. XXIX, Num. 169, p. 29.

⁹⁹ Co-Director del Centro de Enfermedades Infecciosas y Virología, Presidente del Instituto de Biodiseño Florence Ely Nelson por parte de la Universidad del Estado de Arizona. Estudió su maestría en la Universidad de Minnesota es integrante de la firma Corporate Division of the Baker and Botts en Houston, Texas.

¹⁰ Dr. Rubén López Revilla encabeza el Departamento de Biología Molecular del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica [IPICYT]. Véase Revista Ciencia y desarrollo, CONACYT, Marzo-Abril del 2002, Volumen XXVIII, Núm. 165, p. 32.

La enterotoxina de *Escherichia coli*, causante de infecciones intestinales. Este tipo de vacuna puede ser usada en los niños de los países en desarrollo lo que indica que la biotecnología usada de forma adecuada llega a ser útil para beneficio de los seres vivos.

Debido a que la biotecnología nació del conocimiento y manejo de los microorganismo y que con los avances en su campo se extendió a la célula vegetal, animal y humana, llegando incluso a modificar la información genética de la célula, se produjo una serie de dudas y preguntas sobre sus efectos al medio natural y humano los mismos que determinarán su uso y consumo.

1.2.-La Creación del Protocolo de Cartagena

Resultado de la imperiosa necesidad de cuidar el avance continuo e imparable de la biotecnología y de las empresas, organizaciones intergubernamentales entre ellas la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹¹, empezaron a considerar en su agenda de trabajo para futuras reuniones asuntos relevantes sobre el medio ambiente y los diversos factores que puedan afectarla.

Abriendo un paréntesis es importante señalar que la FAO se ha constituido desde sus inicios como una forma de erradicar el hambre en el mundo mediante la cooperación internacional. Desde su creación México es uno de los países miembros de este organismo por lo cual junto con los países miembros han tratado de orientar sus esfuerzos y recursos hacia una seguridad alimentaria para el conjunto de la población mundial.

¹¹ La FAO es la encargada del desarrollo sostenible de la agricultura, la pesca y la actividad forestal, así como de las industrias alimentarias. En marzo del 2000 emitió un comunicado sobre el desarrollo y beneficio de la biotecnología en la agricultura al mismo tiempo que considera la importancia de vigilar las consecuencias de su uso.

En nuestro país la FAO ha llevado una gran cantidad de asistencia técnica, la identidad y la idiosincrasia de México están fuertemente arraigadas en el campo y su riqueza histórica rural lo que ha permitido obtener resultados satisfactorios entre este organismo y nuestra nación. Este medio de cooperación técnica se ha visto reflejado en apoyo al desarrollo rural y al agroalimentario del país encontrando soluciones a diversos problemas específicos. Brevemente se explica esta relación entre México y la FAO solo para tener un conocimiento desde cuando existe esta reciprocidad.

Prosiguiendo con el tema que concierne, se debe recordar que si se utiliza la biotecnología para preservar la biodiversidad, entonces deberán considerarse no solo los resultados positivos que realice sobre la naturaleza, de igual forma deberán considerarse los efectos negativos sobre la misma, es decir, los daños menores y los permanentes. Un ejemplo son las tierras infértiles resultado indirecto del uso excesivo de agroquímicos en productos transgénicos. Entonces se asume la necesidad de contar con un acuerdo que funcione acorde a la problemática que se plantea sobre el medio ambiente y la intervención de la biotecnología en la biodiversidad, su utilidad y los efectos adversos de su uso.

Cuando se iniciaron las negociaciones en el seno del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se adoptó el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB) creado en mayo de 1992 en Nairobi Kenya, y que al mes siguiente se abrió a firma durante la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, y que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993¹².

El carácter del CDB se basó en la conciencia y prioridad que tiene la biodiversidad para el desarrollo futuro de la humanidad, se abrió un paréntesis para los efectos

¹² Melgar, Fernández, Mario. *Biotecnología y Propiedad Intelectual: un enfoque integrado desde el derecho internacional*, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, p 49 Véase, en general en, Convenio sobre la Diversidad Biológica, 5 de junio de 1992 BOE, 1º de feb de 1994, num 27. El texto esta reproducido en Remiro Brotóns, A. et al como *Derecho Internacional*. Textos y otros documentos, Madrid, McGraw Hill, 2001, 1303-1320.

negativos de la biotecnología debido a que hasta ese momento se carecía de una reglamentación sobre el uso de recursos genéticos y la manera de comerciar estos productos, así como la necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los posibles efectos adversos de los productos de la biotecnología¹³.

En el Convenio se definió a la biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”¹⁴. Este término que abarca una amplia gama de técnicas que se usan en la agricultura y la industria de alimentos, tales como las técnicas recombinantes del ADN, reproductivas, manipulación y transferencia de genes, entre otros.

Al mismo tiempo, se reconoció que la biotecnología moderna tiene un gran potencial para promover el bienestar de la humanidad, particularmente en cuanto a satisfacer necesidades críticas de alimentación, agricultura y cuidados sanitarios en poblaciones de extrema pobreza por lo que se argumentó la importancia de promover el acceso de la biotecnología en las áreas de conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

Derivada de la preocupación que existía en relación a la seguridad de la biodiversidad, en una segunda reunión celebrada en noviembre de 1995, la Conferencia de las Partes en el Convenio estableció el Grupo de Trabajo Especial, el cual se encargaría de la elaboración de un proyecto de Protocolo sobre seguridad de la biotecnología que se concentraría en los movimientos transfronterizos de cualesquiera organismos vivos modificados que fueran resultado de la biotecnología moderna y que pudieran tener efectos adversos en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

¹³ Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica [2000]. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. En <http://www.biodiv.org>. Consultado el día 15 de Abril de 2011.

¹⁴ Larach, María Angélica. *El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional*, Publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile, p9.

En la agenda del grupo de trabajo se debían establecer también normas apropiadas al comercio de productos transgénicos, cuyas bases fueron tomadas de los Acuerdos establecidos en la Organización Mundial de Comercio (OMC). De esta forma, la comercialización de organismos modificados mediante ingeniería genética se desarrollaría como cualquier otro producto, con la excepción de que éstos pudieran tener consecuencias o daños demostrables o tangibles que resulten del uso y consumo de organismos vivos modificados (OVM).

Para lograr establecer las bases en el Protocolo, se tomaron de la OMC las reglamentaciones internacionales que rigen el comercio internacional entre gobiernos con el objetivo de ayudar a los productores de bienes y servicios, los importadores y los exportadores, a llevar a cabo sus actividades permitiendo al mismo tiempo a los gobiernos lograr sus objetivos sociales y ambientales, además de brindar una mayor liberalización comercial.

Después de años de negociación, el 29 de enero de 2000, se completó el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). El Protocolo es considerado desde entonces un marco normativo internacional para reconciliar las necesidades respectivas de protección del comercio y del medio ambiente en una industria biotecnológica mundial en rápido crecimiento.

Es imperioso citar lo que en términos del Protocolo se entiende por “biotecnología moderna”. La aplicación de técnicas *in vitro*¹⁵ de ácido nucleico, incluidos el ADN recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica que superan las barreras

¹⁵ *In Vitro*. Proceso en el que se forman y desarrollan los órganos de una planta en condiciones controladas. Véase Revista Ciencia y Desarrollo, CONACYT, Marzo 2007, Vol. 33 No. 205, México, p. 68.

fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional¹⁶.

De acuerdo a las observaciones derivadas del mismo Protocolo se ha creado un entorno habilitante para la aplicación de la biotecnología en una forma que sea favorable para el medio ambiente, haciendo posible que se obtengan los máximos beneficios del vasto potencial latente en la biotecnología, y se reduzcan a un mínimo los riesgos para el medio ambiente y para la salud humana, los cuáles serán desarrollados con más puntualidad en los siguientes capítulos.

Es precisamente en este punto al cual se hará referencia específicamente a los seres vivos u organismos vivos, ya que como se ha afirmado existen otras aplicaciones y estudios que se le da a la biotecnología, pero los más importantes en esta tesina son los organismos vivos modificados (OVM) resultado del uso directo de la biotecnología moderna los cuales han sido modificados para resistir plagas o desarrollar nuevos productos farmacéuticos, los alimentos o *piensos*¹⁷ los cuales son producidos a partir de un organismo genéticamente modificado (OGM) y los denominados como transgénicos. Se considera este término el más apropiado para el tema que se desarrolla en esta tesina porque es la definición más adecuada sobre la utilidad que se le da a la biotecnología dentro del mismo Protocolo.

¹⁶ Véase Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos. Montreal: Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en <http://www.biodiv.org>. Consultado el día 15 de Abril de 2011.

¹⁷ La tesista denomina pienso a un alimento elaborado para animales los cuales son las mezclas de productos de origen vegetal o animal o minerales en su estado natural, frescos o conservados, o de sustancias orgánicas o inorgánicas, contengan o no aditivos que estén destinados a la alimentación animal. Véase en www.inea.uva.es. Consultado el día 2 de mayo de 2011.

1.3.-Definición de Organismo Vivo Modificado (OVM) en el marco del Protocolo de Cartagena y la diferencia entre el término organismo genéticamente modificado y transgénico

En texto del Protocolo no se tiene registrado la definición de transgénico. Para efectos del mismo se define organismo vivo modificado a “cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna”¹⁸. A su vez también se define lo que es “organismo vivo” comprendiéndose como “cualquier entidad biológica capaz de transferir o replicar material genético, incluidos los organismos estériles, los virus y los viroides”¹⁹.

La definición que se le otorga como OVM es tomada para fines y disposiciones del Protocolo como *todo insecto, animal, vegetal que haya tenido el mínimo contacto con la biotecnología moderna y sean nocivos para el medio ambiente o considerándose las grandes posibilidades que tiene de ser utilizados de una manera benéfica.*

Para efectos de regulación comercial el concepto de organismo vivo modificado (OVM) engloba “todo producto que haya pasado por un proceso genético o que se haya creado a partir de un organismo genéticamente modificado (OGM), incluyendo los alimentos que hayan pasado por un proceso de envasado”²⁰ como es el caso de los cereales hechos a partir de trigo modificado. Un caso son los productos Kellogs²¹, creados con trigo y maíz transgénico sin informar a los consumidores que están comiendo.

¹⁸ Véase Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos. Montreal: Secretaria del Convenio sobre la Seguridad Biológica, en <http://www.biodiv.org>.

¹⁹ Véase nota 34.

²⁰ Véase Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica [2000]. Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. En <http://www.biodiv.org>.

²¹ Todos los productos Kellogs, Nestlé no pueden asegurar que no hayan utilizado transgénico para elaborar sus productos. Véase apartado <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/gu-a-roja-y-verde/> guía roja y verde .

Los términos utilizados en el Protocolo son establecidos de manera muy específica y técnica por el movimiento transfronterizo de productos destinados para uso de consumo humano o animal, el tránsito, la manipulación y utilización de todo organismo vivo modificado que pueda tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo en consideración los riesgos a la salud humana.

Estos procesos incluyen la modificación de plantas y de semillas, aquellas últimas prometen la obtención de cosechas más abundantes, variedades más resistentes a las condiciones climáticas y a plagas, variedades resistentes a herbicidas, incluyendo el uso de hormonas genéticamente modificadas en alimento para animales con la finalidad de potenciar la producción de leche, huevos, carne y lana, así como para acelerar el crecimiento de los animales.

Todos los organismos vivos a los que se les haya integrado o trasplantado un gen de otra especie es un organismo vivo modificado (OVM), probablemente el término ha sido mal interpretado porque para el público en general todo organismo que tenga un mínimo de proceso químico biotecnológico en su composición es transgénico. Pero un OVM es aquel que a diferencia de las sustancias químicas o los desechos tóxicos tienen normalmente la capacidad de autorreproducirse, por lo que han sido calificados como “un peligro con piernas”.

Como dice Mario Melgar esta expresión hace referencia al proceso de polinización de los ovm sobre las áreas naturales. Es una manera de comparar la propagación y consecuente contaminación de la biodiversidad por cualquier organismo vivo modificado aunque este apartado a miles de kilómetros sin embargo el viento arrastra el polen llevándolo a distintos campos y por lo tanto contaminándolos inminentemente.

El polen de plantas modificadas podría fertilizar campos de productos naturales y alterar las cadenas biológicas, mientras que los cultivos que contienen genes introducidos artificialmente como la bacteria bacillus thuringiensis (*Bt*), pueden afectar a las larvas e insectos que se alimentan de ellos, haciéndolos más resistentes a dichas bacterias, por lo que el rendimiento del *Bt* como insecticida natural decrecería, en perjuicio de la agricultura orgánica, siendo necesario el uso, aún mayor de insecticidas.

Un caso que provocó la preocupación internacional y un amplio debate científico es el de la posible contaminación de variedades tradicionales de maíz mexicano por maíz transgénico liberado comercialmente en los Estados Unidos. En noviembre de 2001 la revista Nature publicó un estudio en el que se afirmó que muestras de maíz tomadas en los estados mexicanos de Oaxaca y Puebla contenían evidencias de contaminación de ADN de maíz transgénico (maíz que incorpora la bacteria insecticida (*Bt*)²². Después de nuevos estudios Nature desmintió los resultados publicados. Se cree que el maíz transgénico fue importado a México como maíz para consumo directo; sin embargo al no estar etiquetado como transgénico fue introducido al medio ambiente por campesinos mediante su plantación.

Otro caso es el de “la manipulación en peces”²³, que buscan científicos convertir ciertas especies destinadas al cultivo en granjas para hacerlas resistentes a bajas temperaturas, como el caso de las fresas resistentes a bajas temperaturas a las cuales les introdujeron genes responsables de las síntesis de proteínas anticongelantes provenientes de una especie anfibia llamada platija ártica habituada a temperaturas muy bajas, o provocar en ellas crecimiento y maduración más rápidos, pero existe un desasosiego ante la posibilidad de su

²² Melgar, Fernández Mario. *Biotecnología y Propiedad intelectual: un enfoque integrado desde el derecho internacional*, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, 2005, p. 110.

²³ CONACYT. Revista Ciencia y Desarrollo, Vol.32, No. 204, Febrero de 2007, p. 36-37.

escape accidental de las instalaciones y a la vez represente “una competencia con las especies naturales desplazándolas”²⁴.

La creación del Protocolo se debe a situaciones ajenas que salen de nuestro control, incluyendo el mismo control de la naturaleza. Por ello el Acuerdo se encarga de cuidar el movimiento transfronterizo y el etiquetado de cada OVM que pueda tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, lo único que excluye el Protocolo son productos farmacéuticos destinados a los seres humanos que ya están contemplados en otros acuerdos u organizaciones internacionales pertinentes.

En el concepto de organismo vivo modificado según las normas establecidas en el Convenio todo organismo que sea transportado deberá ser previamente informado a otros organismos internacionales, por las cláusulas que establece el intercambio de información con fines de investigación al desarrollo científico. Por lo tanto el objetivo del Convenio al denominar a los OVM como tal implica un cuidado al medio ambiente, la salud humana y al intercambio tecnológico-científico para la investigación biotecnológica.

El nombre de organismo vivo modificado es un término propiamente establecido en el Principio de Precaución²⁵ de la Declaración de Río, la designación como OVM se traspasa al Protocolo por designación del Grupo Especial, motivo por el cual no existe registro alguno como OGM en ninguno de los apartados del

²⁴ *Ibidem*, p.37.

²⁵ El Principio de Precaución nace en enero de 1998 como resultado de un grupo internacional de científicos, funcionarios, abogados, sindicalistas, y ecologistas que se reunieron en Wisconsin, EEUU para definir y discutir el Principio de precaución. Tras dos días de reunión, el grupo aprobó la siguiente declaración: “La emisión y consumo de sustancias tóxicas, la explotación de recursos y las alteraciones físicas del medio ambiente han tenido consecuencias imprevisibles sobre la salud y el medio ambiente. Pensamos que las normas y regulaciones actuales, en particular los estudios de riesgos han fracasado a la hora de proteger adecuadamente el medio ambiente y la salud de los seres humanos. Creemos que hay pruebas concluyentes de que el daño a los seres humanos y al medio ambiente es de tal magnitud y gravedad que se requiere nuevos principios para regular las actividades humanas.....”. Véase Anderson Luke. *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y medio ambiente*, Ed Gaia Proyecto 2010, Madrid, 1998, p. 29.

presente Protocolo. Cabe señalar que en el Principio de Precaución se observó la necesidad de implantar como medida de seguridad una reglamentación cuando exista actividad humana que pueda suponer una amenaza a la salud o al medio ambiente, adaptándose medidas de precaución incluso si algunas de las relaciones causa y efectos no están totalmente confirmadas científicamente.

Se debe recordar que la emisión y consumo de sustancias tóxicas, la explotación de recursos y las alteraciones físicas del medio ambiente han tenido consecuencias imprevisibles sobre la salud y el medio ambiente. Refiriéndose a las altas tasas de deficiencia en aprendizaje, extinción de especies, junto con cambio climático entre muchas otras referencias que se pueden mencionar derivados del abuso de la biotecnología. Este punto será expuesto y ampliado en el capítulo 3 más adelante por el momento solo se hace mención a las causas que dieron origen al Principio de precaución primera pauta para la creación del Protocolo de Cartagena.

Cabe destacar que el Principio de Precaución trata de proteger al medio ambiente y la salud de los seres humanos de la propia actividad humana que suponga un peligro o amenaza. Es la protección de los efectos de la actividad humana y sus comportamientos de lo que la sociedad tiene que protegerse de los resultados adversos y consecuencias que entrañan los peligros de experimentar con la ingeniería genética.

El Principio de Precaución señala como organismo vivo modificado aquel organismo donde ha intervenido la mano del hombre, específicamente hablando hace énfasis “en la liberación de los organismo vivientes fabricados por la ingeniería genética cuyas características van desde actuar recíprocamente con otras formas de vida, reproducirse, transferir sus características y mutar ante las influencias ambientales”²⁶.

²⁶ Anderson, Luke. *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente*, Ed. GAIA Proyecto 2010, Madrid, 1998, p. 29.

En comparación con los Organismo Genéticamente Modificados no todos tiene dicha capacidad algunos son llamados OGM por suprimir un gen de su ADN pero no pueden reproducirse en el medio ambiente un ovm si puede hacerlo. Es por ello que para la aplicación correcta del Protocolo de Cartagena el tomar del Principio de Precaución el término acuñado de OVM engloba toda clase de manipulación sobre los seres vivos y su propagación como consecuencia de la intervención del hombre.

Las medidas estrictas de reglamentación cuidarán los efectos de liberar un OVM al medio ambiente considerando los riesgos posibles de una contaminación mundial por el uso inadecuado de estos productos siendo prioridad del Protocolo de Cartagena la preservación de la biodiversidad natural mundial.

Exponiendo la diferencia entre un organismo vivo modificado y transgénico en palabras de autores como Gloria Morcilla²⁷ transgénico como tal significa que lleva incorporado un gen de otra especie diferente, por ejemplo una planta que lleva el gen de una bacteria²⁸ para hacerla inmune ante diversas plagas y mantener su duración a largo plazo aunque abriendo un paréntesis el término transgénico es común en la actualidad porque “los medios de comunicación, aunque también en muchos textos de divulgación, el término transgénico lo hacen ver como una palabra sonora, fuerte e impactante además de ser más breve, para referirse a todos los alimentos genéticamente modificados”²⁹. La percepción de los medios de comunicación sobre los OVM influye en la sociedad, especialmente por la forma en que manejan la información.

Retomando el párrafo anterior con la transferencia de genes de bacterias para vacunas en los cultivos se evitan las plagas más comunes que atacan las cosechas de los productores. Un ejemplo es el *maíz transgénico* que se cultiva en

²⁷ Gloria Morcilla autora española.

²⁸ Véase Morcilla Gloria. Biotecnología y alimentación, Madrid, 2005, p 48.

²⁹ *Ibidem.*, p 79.

España lleva genes de bacterias para producir una sustancia insecticida³⁰ que desarrolla contra la plaga que ataca la cosecha.

Otro factor son los patógenos, los cuales han causado pérdidas millonarias en cosechas de todo el mundo, por lo que la construcción de plantas transgénicas resistentes a los diversos patógenos se ha explorado a fondo. La planta posee diversos mecanismos naturales de defensa frente a la infección, y una de las estrategias empleadas es inducir esta respuesta sin perturbar el crecimiento natural³¹, logrando como resultado una resistencia contra los patógenos atacantes en los cultivos.

Un caso es el del *maíz transgénico Bt*³² modificado para protegerlo contra los insectos conocidos como taladros. Incorporándole un gen de una bacteria, de esta manera las plantas de maíz generan una sustancia que es tóxica para estos insectos³³. Otro caso transgénico es el arroz dorado pensado en aumentar sus niveles de B caroteno, precursor de la vitamina A se le añadieron genes del maíz responsables del aumento de B caroteno.

Al respecto la profesora Martha Izquierdo Rojo³⁴ demuestra claramente cuál es comportamiento de los agentes patógenos en frutos, plantas, etc., y la reacción de los cultivos respecto a este fenómeno de plagas y virus en las plantaciones. De acuerdo a los estudios elaborados por la Doctora, las primeras plantas transgénicas sobre las que se experimentó fue el tabaco ante la plaga de larvas que consumía las cosechas.

³⁰ Véase nota 21.

³¹ Izquierdo, Rojo, Martha. *Ingeniería Genética y Transferencia Génica*, Ed. Pirámide, ed. 2001, Madrid, p. 308.

³² Véase su tratamiento específico en el capítulo 3

³³ Véase más información en: <http://www.saludencapрабо.com/demotema5/CST/seccion4f.html>. Consultado el día 24 de Mayo de 2011.

³⁴ Profesora de Biología Molecular de la Universidad Autónoma de Madrid. Doctora en Ciencias [Ph. D.] por la Universidad de Edimburgo Gran Bretaña en Junio de 1976. Tesis doctoral convalidada a efectos académicos y profesionales por la Universidad Autónoma de Madrid en enero de 1979. Catedrática de la Universidad de Bioquímica y Biología Molecular desde el 10/03/2007.

Los transgénicos al ser combinados con una bacteria se vuelven inmunes ante esta plaga son productos que se les puede injertar un gen de resistencia a un herbicida un caso es el cultivo de trigo al que puede aplicársele un herbicida en todo el campo arado matando la mala hierba sin que el trigo sea dañado. Otro caso es la introducción del gen de la insulina humana en una bacteria llamada *escherichia coli*, para obtener insulina para la gente diabética.

Dentro de su participación, los productores de organismos genéticamente modificados [OGM], así como los distribuidores, las empresas multinacionales, los científicos, los ambientalistas, los consumidores y la sociedad son pieza clave importante en el desarrollo de ogm y en el actual debate que existe sobre la seguridad en su consumo y liberalización comercial como su exposición al medio ambiente.

El término transgénico y organismo genéticamente modificado son el mismo significado, la diferencia es que no todo OGM es transgénico. Un ejemplo hipotético sería un olivo al que a través de la modificación de determinados genes, se le aumenta la producción de ácido oléico para obtener una mayor cantidad de ácidos grasos omega 3, pero eso no quiere decir que se le haya injertado un gen de otra especie, de ahí que debe conocerse la diferencia entre un término y otro.

Ahondando en las diferencias entre organismo vivo modificado, transgénico y OGM se incluyen tres tipos de cultivos genéticamente modificados³⁵, en un proceso de tecnología de recombinación de ADN, esto permite ejemplificar las diferencias entre los tres conceptos. El primero es de amplia transferencia, el segundo de transferencia próxima y el tercero de manipulación directa³⁶. Cada una

³⁵ Las tres clasificaciones que se mencionan hacen referencia al término dado por la FAO de lo que se entiende por OGM. De amplia transferencia, donde los genes se transfieren desde los organismo de otros reinos por ejemplo bacterias, animales, etc., a los cultivos. De transferencia próxima, donde los genes se transfieren desde una especies de plantas a otras. De manipulación directa, donde los genes ya presentes en el genoma de la planta se manipulan para cambiar el nivel, el modelo o la forma de expresión.

³⁶ Trueba, Ignacio. *La Seguridad Alimentaria Mundial*, Ed Cátedra Alfonso Martín Escudero, ed 2002, Madrid, p 6.

de las clasificaciones se interpreta como organismo transgénico, organismo genéticamente modificado y organismo vivo modificado.

Técnicamente lo que sucede con los organismos vivos, ya sea de un individuo, animal o planta con ayuda de la genética es que los genes individuales que le dan características únicas a un ser vivo son sacados de su ADN e introducidos en el genoma de otro, de modo que al mover los genes también se mueven sus rasgos y características produciéndose nuevas sustancias o nuevas funciones para proporcionarles en su calidad de alimentos propiedades vitamínicas, proteicas, resistencia al tiempo, plagas y al cambio climático. Como nos dice Angélica Larach³⁷ pueden mejorar los indicadores sociales en los países en desarrollo, aunque no de manera substancial pero toma en consideración los beneficios ante las plagas en los cultivos de alimentos agrícolas como el caso del tomate, la papa y la soja por mencionar algunos.

Los OGM son de características muy peculiares en color y tamaño sobrepasa el estándar normal de los productos naturales. Se mencionan algunos casos, el de tres grandes cultivos de consumo: soya, maíz, algodón, con lo que se aumenta el ingreso de los agricultores, ahorrándoles tiempo y dinero³⁸ y a la vez sin deformar la forma natural que tiene un OGM de un producto natural por lo tanto si comparamos entre un producto orgánico y uno modificado no hay diferencia la apariencia es la misma.

Son frutos que retardan su proceso de maduración normal con la intención de conservarse en mejores condiciones para ser atractivos y consumibles, un caso son los cultivos de tomate en la India cuya duración en la nevera es de un mes luciendo una apariencia perfecta como recién comprados³⁹. La enzima llamada

³⁷ Maria Angélica Larach. Oficial de Asuntos Económicos de la División de Integración y Comercio Internacional. Oficina de las Naciones Unidas con sede en Chile.

³⁸ Revista CONACYT. Ciencia y Desarrollo, Vol. 32, edición Febrero 2007, p 37.

³⁹ Fotografías tomadas de un invernadero de tomates transgénicos en un laboratorio de biotecnología en la India, los cuales se les aplicó la técnica de supresión de enzimas que aceleran el proceso de envejecimiento.

poligalacturonasa⁴⁰ se nulifica para retardar su proceso de maduración y conservación.

Desde la modificación en su ADN se le integran las características deseadas que debe tomar el OGM durante su crecimiento algo que la naturaleza no prevé ni controla en el desarrollo de un fruto orgánico. Los productos naturales no solo están expuestos a los cambios climáticos sino que en su desarrollo no puede conocerse que tamaño tendrá o si resistirá las plagas que ataquen la producción sea de jitomate o maíz o cualquier otro fruto. Todo OVM tiene la particularidad que al ser modificado puede adaptarse a cualquier tipo de tierra, un ejemplo son las extensas superficies agrícolas del mundo en desarrollo se han salinizado por las insostenibles prácticas de riego⁴¹.

Los OVM pueden ser manipulados de una manera que sean tolerantes a la sequía, un producto orgánico carece de esta propiedad en forma natural y en caso que soportaran una situación extrema como la mencionada sería un producto carente de propiedades vitamínicas al cual no sabríamos que tan factible fuera consumirlo o no. Básicamente la diferencia entre un orgánico y un OVM, es la supresión o aumento de un gen alterando su ciclo normal de vida un método que la naturaleza no puede realizar.

1.4-Propuesta sobre el uso de la biotecnología en el Protocolo de Cartagena

Dentro de los puntos establecidos en el marco del Convenio⁴² manifestados en el Protocolo⁴³ se hace alusión al uso sostenible de la biotecnología. Si bien es cierto

Véase www.ecologiablog.com/post/3170/consiguen-tomates-transgénicos-que-duran-mas. Consultado el día 22 de Mayo de 2011.

⁴⁰ Son enzimas que hidrolizan el esqueleto no metilado, atacan los enlaces a- 1,4 que unen a la unidad de ácidos galacturónico. Produce anticuerpos contra la enzima de maduración.

⁴¹ Ponderar el razonamiento sobre los ogm: argumentos a favor. Véase en: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003gmo7.htm>. Consultado el día 20 de Mayo de 2011.

⁴² Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. Preguntas más frecuentes sobre el Protocolo de Bioseguridad. Véase en: <http://www.bch.org.co/bioseguridad/doc/Documentos/CD->

el carácter objetivo del Protocolo se basa en regular el comercio transfronterizo de los productos resultantes de la biotecnología (ingeniería genética) y sus posibles efectos al medio ambiente, es elemental señalar que también hace alusión como utilizarla.

Surge entonces una pregunta, si el mismo Protocolo restringe el comercio de transgénicos ¿cómo es posible que vea por el uso sostenible de la biotecnología?, indudablemente es cuestionable esta situación, aunque la respuesta se basa en la aplicación de la biotecnología (BT), el objetivo del Protocolo no consiste en anularla sino de una manera “equitativa”⁴⁴ lograr un balance entre los países que cuentan con la materia prima y los países que cuentan con la sustentabilidad económica y tecnológica para desarrollarla logrando beneficiarse mutuamente, al mismo tiempo que pretende evitar los mayores riesgos posibles a la salud humana y al medio ambiente como pueden ser:

- en el caso de la salud enfermedades del corazón, cáncer, alergias,
- y en el medio ambiente: extinción de la fauna de la biodiversidad biológica (la revista *Nature*⁴⁵ en 1999 informó que la mariposa Monarca padecía retraso en su capullo y aumento de la mortalidad por comer hojas cubiertas de polen de una variedad cultivada de maíz modificado genéticamente)⁴⁶

Como informa en un artículo publicado por el Dr. Nava Escudero⁴⁷ “el Protocolo ha creado así un entorno habilitante para la aplicación de la biotecnología (...),

[ROM%20PROYECTOS%20PNUMA%20SOBRE%20BIOSEGURIDAD/CartagenaProtocol/CBD-CPB-FAQ/CBDBioProFAQSp.pdf.](http://www.bcn.cl/carpeta_temas/temas_portada.2005-10-20.6359648402/pdf/PROTOCOLODECARTAGENA.pdf)

⁴³ Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Art. 4. “El presente protocolo se aplicará al movimiento transfronterizo, el tránsito, la manipulación y la utilización de todos los organismos vivos modificados que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos a la salud humana”. Véase en: http://www.bcn.cl/carpeta_temas/temas_portada.2005-10-20.6359648402/pdf/PROTOCOLODECARTAGENA.pdf.

⁴⁴ La seguridad de la biotecnología vis a vis la regulación nacional en el caso de México. Véase en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/446/nava.html>.

⁴⁵ Losey, John. *Transgenic pollen harms monarch larvae*, Nature 399:214, 20 de mayo de 1999.

⁴⁶ Anderson, Luke. *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente*, Madrid, Ed. GAIA, Proyecto 2050, 2001, p. 7.

⁴⁷ Dr. César Nava Escudero: Doctor con especialidad en medio ambiente por la London School of Economics and Political Science, de la Universidad de Londres. Profesor de Derecho Ecológico en la Facultad de Derecho e investigador del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

haciendo posible que se obtengan los máximos beneficios del vasto potencial latente en la biotecnología y que se reduzcan a la vez a un mínimo los riesgos para el medio ambiente y para la salud humana” por lo tanto el convenio examina los beneficios y los riesgos de la BT para aprovecharla de manera moderada.

Algunos posibles efectos del uso de la BT son:

-toxicidad intrínseca (esta en razón inversa a las cantidades permitidas de toxicidad, en este caso tiene niveles más altos de los permitidos en el proceso de biotransformación)

-potencial cruzamiento de genes extrínseco (outcrossing) y transferencia de genes (lo que al día de hoy sucede con la contaminación del maíz transgénico, esta contaminación surge de las plantas que cuentan con capacidad de cruzarse entre especies de la misma raza)

-expresión de nuevas proteínas (modificaciones en el material genético no reconocidas por el sistema inmune)

-efectos inesperados por alteración de vías metabólicas o sobreexpresión de sustancias tóxicas o farmacológicamente activas (defecto en alguna enzima que conduce a la acumulación de un metabolito de modo que se rebasen los valores tolerables)

-composición nutricional diferente al de su contraparte convencional (puede contener el organismo menor valor nutricional que el contraparte natural o el mismo valor nutrimental)

-efectos sobre organismos susceptibles diferentes al objetivo (efectos fisiológicos diferentes al umbral de tolerancia en el organismo del individuo)

-pérdida de biodiversidad (extinción, fragmentación, degradación y pérdida directa de los bosques, humedales, arrecifes de coral y otros ecosistemas que afecten directamente otros hábitats)

-incremento de químicos en la agricultura (uso en mayor cantidad de plaguicidas para controlar las plagas o la creación de supermalezas en los cultivos derivados de alguna modificación genética)

Es verdad que utilizar la biotecnología puede representar gran ventaja para todo país en vías de desarrollo así como es cierto que el Protocolo no prohíbe que se utilice su producción pero sí limita su uso de la ingeniería genética a la conservación y utilización sostenible “adoptando medidas legislativas, administrativas y políticas asegurando las actividades de investigación sobre biotecnología de las partes contratantes en particular los países en desarrollo que aportan recursos genéticos para tal investigación sin que causen daños significativos al medio ambiente, los resultados de la investigación serán tomados por acuerdo entre partes”⁴⁸.

Esta limitante que se menciona también engloba el procesamiento de los alimentos ya que su desarrollo depende del progreso estructurado de la Ciencia y Tecnología de los alimentos, del adelanto alcanzado de la química, la microbiología y la bioquímica. La tecnología de los alimentos tiene sus primeros registros⁴⁹ en la cultura mesopotámica encontrando alimentos elaborados como el pan, vino, cerveza, aceite, vinagre y queso, además utilizaban tecnologías como el secado, la cocción, la conservación con sal, etc. para satisfacer sus necesidades de alimentación. Desde esa época ya se utilizaban tecnologías basadas en el calor, la reducción de la actividad del agua, las enzimas y los microorganismos.

⁴⁸ Art. 16 y 19. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Véase nota 16.

⁴⁹ Calvo Rebollar Miguel. Tecnología de los alimentos. Labora en el Departamento de producción animal y Ciencia de los alimentos. Facultad de Veterinaria Zaragoza. Historia de la Tecnología de los alimentos Véase en : <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/historia.pdf>. Consultado el día 30 de Junio de 2011.

La tecnología usada en la actualidad es basada en la modificación de alimentos denominada ingeniería genética pero el avance de la informática y la biotecnología han condicionado el desarrollo de muchas industrias entre ellas la alimentaria, por lo tanto es de esperarse el uso de microprocesadores para el proceso de elaboración, recepción de la materia prima hasta el envasado, almacenamiento y distribución del producto en la industria alimentaria.

Este proceso no sería posible en la actualidad sin la participación de la industria definida como “el conjunto de las actividades económicas realizadas para la obtención de un producto a partir de materias”⁵⁰, por lo tanto no es extraño que la concepción que se tenía hace varias décadas de la biotecnología tuviera relación con esta definición. Desde mitad del siglo XX, la biotecnología se ha encontrado asociada a una industria productora de bienes y servicios basadas en el uso de microorganismos vivos o parte de ellos.

Mirando desde este punto de vista no resulta sorprendente comprender por qué se le concibe como una actividad industrial relacionada con la empresa alimentaria. Sin embargo los alcances de la biología permiten diferenciar ampliamente el concepto de industria “caracterizada por el conocimiento profundo y la capacidad de modificación de la reingeniería misma de la célula viva”⁵¹, naciendo la industria biotecnológica, siendo parte activa en la modificación de los alimentos y sus derivados.

El progreso de las aplicaciones biotecnológicas “ha permitido cambiar los procesos de producción de los distintos sectores de la economía”⁵², así como en el de la salud, de forma especial los que inciden en la agricultura y en la producción de alimentos. Dentro de la inmensa gama de la biotecnología está la producción

⁵⁰ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p.245

⁵¹ *Ibidem*, p.245

⁵² Larach, Mará Angélica, *El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional*, Publicación de las Naciones Unidas, 2001, Santiago de Chile, p 7

de antibióticos creándose en 1971 la primera empresa biotecnológica llamada *CETUS*⁵³ dedicada a la farmacéutica⁵⁴ y a la manipulación de plantas y productos agrícolas siendo el comienzo de una apertura liberalizada a la biotecnología.

El rápido proceso de la biotecnología en sus diversas aplicaciones ha hecho que este proceso se denomine como “la Revolución Génica del siglo XXI”, siendo una herramienta importante para los investigadores y las empresas agroindustriales vastas en tecnología y conocimiento, las cuales pretenden desarrollar nuevas variedades de alimentos procesados, con menor uso de *insumos*⁵⁵, sean energéticos o químicos.

En este punto se ve claramente la intervención de las diversas compañías llámese farmacéutica, alimentaria o de otra índole como un factor decisivo para la producción de organismos modificados genéticamente (OMG), donde la industria interviene con gran peso en el proceso de la biotecnología para consumo humano y animal.

En un reporte elaborado por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)⁵⁶ establece que “la finalidad de la investigación científica es promover el desarrollo humano, disminuir los agravios y aumentar la calidad de vida”⁵⁷, de acuerdo a un

⁵³ Primera compañía biotecnológica de la historia. Nacida en los años 70, fue promovida por varios gigantes industriales con el objetivo de aplicar sus descubrimientos a procesos productivos. También es fundada en esa época en 1976 GENENTECH primera empresa de ingeniería genética.

⁵⁴ Le Monde diplomatique. *Transgénicos: Progreso o peligro*, Ed. Aun creemos en los sueños, ed. 2003, Chile, p 7

⁵⁵ Insumo se denomina a los bienes y servicios que incorporan al proceso productivo las unidades económicas y que, con el trabajo de los obreros y empleados, y el apoyo de las máquinas, son transformados en otros bienes o servicios con un valor agregado mayor.

Consultar: www.definición.org/insumos. Consultado el día 12 de mayo de 2011.

⁵⁶ Es la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Su objetivo es contribuir a fortalecer el conocimiento, la comprensión mutua, la integración y la solidaridad entre los pueblos iberoamericanos, es decir los pueblos de lengua española y portuguesa de América Latina y Europa, a través de la ciencia, la tecnología y la cultura.

⁵⁷ La OEI es la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura es un organismo internacional de carácter gubernamental para la cooperación entre los países iberoamericanos en el campo de la educación, la ciencia, la tecnología y la cultura en el contexto del desarrollo integral, la

autor la tecnología forma parte del poder hegemónico mundial⁵⁸, de cualquier forma esto es una realidad en la sociedad internacional cuyo objetivo se inclina en esta investigación a la modificación de los organismos vivos de consumo humano como los vegetales, semillas y toda clase de productos agrícolas a consumir. Prueba de ello es la biotecnología usada en la modificación de los alimentos para mejorar sus propiedades naturales y su proceso de conservación al mismo tiempo que son más aprovechables para su consumo.

La prueba de su distribución de los organismos modificados se da con la comercialización de la primera proteína animal recombinante utilizada en la industria alimentaria, la quimosina para la fabricación de queso pero es a finales de los ochenta cuando aparecieron las primeras plantas transgénicas tratadas con el gen de la toxina *BacillusThuringiensis* y finalmente en 1996 prueba del éxito obtenido con la fusión de la tecnología y la biología molecular se exportaron los primeros productos transgénicos entre ellos el maíz transgénico a México⁵⁹ desarrollado por Monsanto y también con destino a la Unión Europea.

A partir de entonces también se utilizaron los genes de resistencia a herbicidas glifosato y glufosinato, los cuales, “se han utilizado en el desarrollo de variedades comerciales de maíz, soja que permiten una gestión más sencilla del tratamiento con herbicidas por parte de los agricultores”⁶⁰. Resulta interesante hacer notar que a partir de 1996 se comercializaron ciertos productos transgénicos entre ellos: soya, maíz, algodón, canola, papaya y alfalfa siendo los más consumidos hasta la actualidad.

democracia y la integración regional. Boletín publicado el 10 de Agosto de 2007. Véase en <http://www.oei.es/noticias/spip.php> artículo 824.

⁵⁸ Véase en: Álvarez, Juan Carlos. *El desarrollo de la biotecnología y sus implicaciones político-económicas para los países en desarrollo*, México, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, FCPS, UNAM, 1992. Uno de los objetivos de esta tesis demuestra como la tecnología se vuelve un factor de poder hegemónico mundial, su desarrollo e impulso en los países altamente desarrollados los eleva a un lugar primordial dejando en un segundo término como receptores a los países subdesarrollados.

⁵⁹ Véase nota 57.

⁶⁰ Historia de las Tecnología de los alimentos. Véase nota 49.

La tecnología esa pieza fundamental en todo desarrollo económico se hace presente en la industria y modificación de los alimentos. Su participación es base de la conservación, envasado y mejoramiento de productos alimenticios, utilizando para ellos organismos vivos de origen vegetal o animal. Su progreso ha tenido impacto en el consumo cotidiano ya que diariamente se encuentran nuevos productos modificados.

Los aportes de la biotecnología en el proceso de la tecnología para la industria y modificación de organismos vivos se basan específicamente en dos líneas de investigación:

- Tecnología enzimática⁶¹ y
- Biocatálisis⁶²

Dentro de las líneas de investigación expuestas en el párrafo anterior se consideran los OGM transformados para ser perdurables a su tiempo de conservación, algunos mejorados en calidad vitamínica, de mejor sabor, protegiendo las cosechas contra las plagas e insectos y condiciones adversas de la naturaleza. La tecnología de alimentos modificados o denominados como organismos modificados genéticamente permite efectuar la selección de un rasgo genético específico de un organismo e introducir esa característica en el código genético del organismo fuente creando atributos de alimentos ventajosos y desechando los indeseables.

Una característica de este cambio revolucionario en la industria es la capacidad de transformación de grandes empresas químicas en empresas agroquímicas y la modificación de sus procesos químicos y petroquímicos hacia opciones biológicas. Las empresas que antes generaban productos químicos como insecticidas o fertilizantes para eliminar los insectos o plagas de las cosechas ahora se transforman en empresas biotecnológicas dedicadas a la producción de herbicidas

⁶¹La Tecnología enzimática es un proceso de aceleramiento biológico enzimático.

⁶² Biocatálisis: proceso biológico en el que participan una o más enzimas, fuera del contexto celular, para acelerar de manera catalítica el proceso mismo. Los procesos pueden ser del tipo de síntesis, modificación o degradación de compuestos biológicos u orgánicos. Consultar CONACYT. *Biotecnología para el desarrollo de México en el siglo XXI*, FCE, México, 2000, p. 329.

transgénicos y semillas manipuladas genéticamente para cosechar organismos modificados genéticamente (OGM).

La realidad en un mundo de constantes cambios en pro del desarrollo científico y tecnológico resalta la imperiosa necesidad de estudiar campos de la misma biodiversidad mundial, los recursos naturales son un medio del progreso científico tecnológico, el medio ambiente pasa a ser parte de una incesante búsqueda por explotar los bienes y servicios que la naturaleza proporciona desmedidamente al ser humano y la industria.

La biotecnología es un campo propicio de nuevas investigaciones en la evolución del desarrollo humano e industrial donde la biodiversidad juega un papel importante en su adelanto. A estas alturas la mayor riqueza mundial es el vasto universo de recursos naturales o bien podría llamársele recursos genéticos o de diversidad biológica agraria (plantas, hortalizas, algodón, maíz, trigo, colza, etc.), tierra fértil para utilizar la biotecnología, razón por la cual el mayor reto que se tiene es cuidar los recursos naturales que se poseen entre ellos las plantas y toda clase de ser viviente, ya que conforman la riqueza natural de los pueblos, “la materia prima imprescindible para el desarrollo de la agricultura sostenible”⁶³, recursos básicos para la evolución biológica, la mejora genética y el desarrollo industrial de los organismos vivos modificados.

A manera de conclusión de este capítulo se puede afirmar que hoy en día la sociedad se encuentra frente a la aparición de las nuevas generaciones de cultivos procedentes de semillas genéticamente modificadas dejando atrás los cultivos naturales aquellos que tienen un tiempo de crecimiento determinado por la misma naturaleza. Esta clase de frutos dejan de tener un lugar primordial en la productividad de una nación permitiendo la entrada a las nuevas generaciones de

⁶³ Trueba Ignacio, *La Seguridad Alimentaria Mundial: Primeras décadas del siglo XXI el papel de la FAO y el PMA*, Universidad Politécnica de Madrid, ed. 2002, Madrid, p. 105.

productos mejorados presenciamos la era de los OGM, una etapa en el desarrollo tecnológico, económico, industrial y comercial en el mundo.

Hasta este momento se ha observado que el Protocolo de Cartagena es un instrumento ambientalista creado con la única finalidad de preservar al medio ambiente de cualquier daño proveniente del uso de la biotecnología, la cual, es considerada un peligro por la manipulación de genes.

El hecho que sea un acuerdo ambientalista no quiere decir que esté en contra del uso de la biotecnología, sin embargo si hace hincapié en que su uso será responsabilidad de cada país que la desarrolle y para ello el Protocolo establece las normas para su uso, comercialización y su aprovechamiento de una forma positiva sin desviarse de su principal objetivo: la preservación del medio ambiente de cualquier efecto adverso que pueda alterar la biodiversidad punto que se verá en el capítulo dos.

Como puede observarse en este capítulo el Protocolo de Cartagena no está contrapuesto a la biotecnología, ni a la investigación científica. Por contradictorio que parezca por el carácter ambientalista del Protocolo, se puede llegar a ver que la biotecnología puede ser útil para la protección de la biodiversidad, lo que hace pensar que la biotecnología no es del todo peligrosa como los Organismos No Gubernamentales (ONG) lo hacen pensar, este punto será retomado en el tercer capítulo.

Por lo antes mencionado es claro que el Protocolo de Cartagena se creó con el propósito de proteger la mayor riqueza mundial: la biodiversidad. Pero también deja ver incluso la necesidad de utilizar la ciencia y tecnología a favor suyo para cumplir con su objetivo principal lo que conduce al siguiente capítulo para que se vea la importancia entre la investigación científica y la biodiversidad

CAPITULO 2

2.-MÉXICO COMO ESTADO PRODUCTOR Y RECEPTOR DE BIOTECNOLOGIA Y ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS (OVM)

A lo largo del primer capítulo se ha explicado el concepto de biotecnología y de los productos derivados de ella, denominados OGM o nombrados OVM. Para funcionalidad del tema de ésta tesina en base al Protocolo de Cartagena, también se conocieron los motivos que llevaron a la creación del Protocolo y la adhesión de México a este instrumento, así como la relación que existe entre la biotecnología y la industria.

En el capítulo I ha quedado definido el nombre con el que se le denomina a los productos transgénicos dentro del Protocolo, es decir, organismo vivo modificado (OVM) y las tres clases que identifica:

1. Los destinados para uso directo como alimento humano o animal,
2. Los destinados para uso confinado y,
3. Los destinados para su uso intencional en el medio ambiente.

En este capítulo la tesista parte exclusivamente del punto número 1, los destinados al consumo humano o animal mejorados genéticamente por medio de la biotecnología y la industria, y su interrelación con el medio ambiente cuyo elemento más importante es la biodiversidad.

El objetivo del capítulo es identificar y desarrollar las actividades de los institutos nacionales y transnacionales de investigación y producción de biotecnología en México para visualizar la importancia de la biodiversidad mexicana como instrumento de material genético para el desarrollo de la biotecnología y los OVM's.

2.1-La participación de México en la creación del Protocolo de Cartagena

Durante las reuniones previas a la firma del Protocolo sobre protección a la biodiversidad en materia de transgénicos, se observó la participación de México como uno de los 132 países⁶⁴ que se mostraron a favor de un Acuerdo que regulara el uso y consumo de productos derivados de la biotecnología y sus posibles consecuencias al medio ambiente y la salud.

México formó parte del “Grupo de Igual Parecer”⁶⁵, los cuales estaban integrados por países en vías en desarrollo, que se mostraban a favor de un protocolo con fuerza de ley de protección a la bioseguridad, mostrándose esta nación a favor de proteger su biodiversidad de los efectos del uso y comercio de productos derivados de la biotecnología. Sin embargo para ser parte del Protocolo debían ser miembros de la Convención de Biodiversidad de la ONU cuyo antecedente es la Cumbre de la Tierra realizada en Brasil.

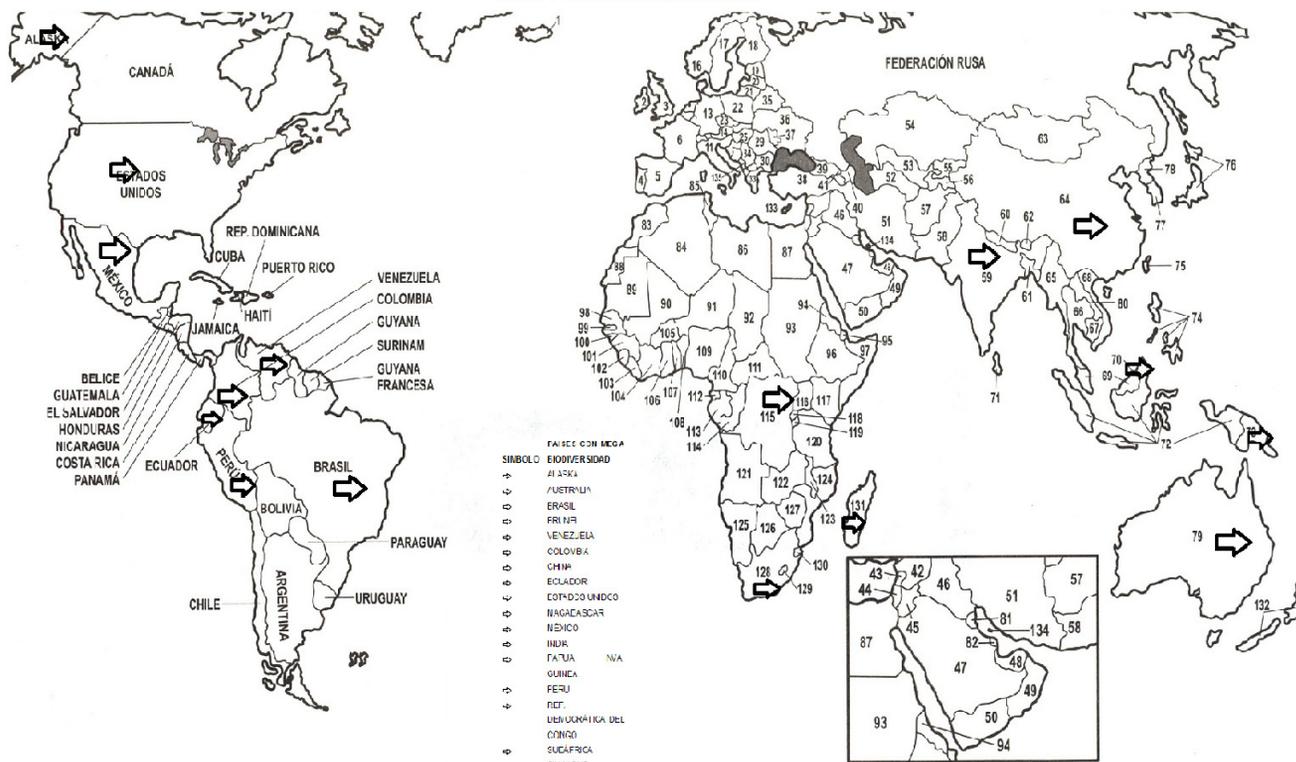
Los países firmantes del Protocolo forman parte de los países más densos en biodiversidad (Véase mapa 1) además de contar con uno de los reconocimientos por los que se formó el Protocolo deben ser “centros de origen”⁶⁶ de diversidad genética, por lo tanto son considerados materia prima en recursos genéticos y un medio de área comercial.

⁶⁴ Protocolo de Bioseguridad vivo pero limitado. Véase en <http://ipsnoticias.net/print.asp?idnews=36910> Consultado el 13 de abril de 2011.

⁶⁵ Grupo de Igual Parecer está conformado por países en desarrollo de vasta biodiversidad. Destacan países de América Latina, de la Unión Europea y balcánicos. Véase nota 64.

⁶⁶ Remítase nota 16

MAPA 1 (PAISES MEGADIVERSOS)



- | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------------|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. ISLANDIA | 15. LIECHTENSTEIN | 29. RUMANIA | 43. LIBANO | 57. AFGANISTÁN | 71. SRI LANKA | 85. TÚNEZ | 99. GAMBIA | 113. GABÓN |
| 2. RÍLANDA | 16. NORUEGA | 30. BULGARIA | 44. ISRAEL | 58. PAKISTÁN | 72. INDONESIA | 86. LIBIA | 100. GUINEA BISSAU | 114. CONGO |
| 3. REINO UNIDO | 17. SUECIA | 31. ALBANIA | 45. JORDANIA | 59. INDIA | 73. PAPÚA NUEVA GUINEA | 87. EGIPTO | 101. GUINEA | 115. REP. DEM. DEL CONGO |
| 4. PORTUGAL | 18. FINLANDIA | 32. MACEDONIA | 46. IRAK | 60. NEPAL | 74. FILIPINAS | 88. SAHARA OCCIDENTAL | 102. SIERRA LEONA | 116. USANDA |
| 5. ESPAÑA | 19. ESTONIA | 33. GRECIA | 47. ARABIA SAUDITA | 61. BANGLADESH | 75. TAIWÁN | 89. MAURITANIA | 103. LIBERIA | 117. KENIA |
| 6. FRANCIA | 20. LETONIA | 34. SERBIA | 48. EMIRATOS ÁRABES U. | 62. BUTÁN | 76. JAPÓN | 90. MALI | 104. COSTA DE MARFIL | 118. RUANDA |
| 7. BELGICA | 21. LITUANIA | 35. BIELORRUSIA | 49. OMÁN | 63. MONGOLIA | 77. COREA DEL SUR | 91. NIGER | 105. BURKINA FASO | 119. BURUNDI |
| 8. LUXEMBURGO | 22. POLONIA | 36. UCRAINA | 50. YEMEN | 64. REP. POP. CHINA | 78. COREA DEL NORTE | 92. CHAD | 106. GHANA | 120. TANZANIA |
| 9. HOLANDA | 23. REP. CHECA | 37. MOLDOVA | 51. IRÁN | 65. MYANMAR | 79. AUSTRALIA | 93. SUDÁN | 107. TOGO | 121. ANGOLA |
| 10. SUIZA | 24. ESLOVAQUIA | 38. TURQUÍA | 52. TURKEMENISTÁN | 66. TAILANDIA | 80. LAOS | 94. ERITREA | 108. BENÍN | 122. CAMBODIA |
| 11. ITALIA | 25. HUNGRÍA | 39. GEORGIA | 53. UZBEKISTÁN | 67. CAMBOYA | 81. KUWAIT | 95. DJIBUTI | 109. NIGERIA | 123. MALAWI |
| 12. DINAMARCA | 26. ESLOVENIA | 40. AZERBAIJÁN | 54. KAZAJSTÁN | 68. VIETNAM | 82. QATAR | 96. ETIOPÍA | 110. CAMERÚN | 124. MOZAMBIQUE |
| 13. ALEMANIA | 27. CROACIA | 41. ARMENIA | 55. KIRGUISTÁN | 69. MALASIA | 83. MARRUECOS | 97. SOMALIA | 111. REP. CENTROAFRICANA | 125. NAMIBIA |
| 14. AUSTRIA | 28. BOSNIA | 42. SIRIA | 56. TAYIKISTÁN | 70. BRUNEI | 84. ARGELIA | 98. SENEGAL | 112. GUINEA ECUATORIAL | 126. BOTSWANA |
| | | | | | | | | 127. SIMBABWE |
| | | | | | | | | 128. SUDÁFRICA |
| | | | | | | | | 129. LESOTHO |
| | | | | | | | | 130. ZWAZILANDIA |
| | | | | | | | | 131. MADAGASCAR |
| | | | | | | | | 132. NUEVA ZE. LANDIA |
| | | | | | | | | 133. CHIPRE |
| | | | | | | | | 134. BAHREIN |
| | | | | | | | | 135. MONTENEGRO |

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos por CONABIO en: *Biodiversidad Mexicana, el medio ambiente, desarrollo sostenible y educación*. Consulta: <http://www.biodiversidad.gob.mx>.

Esto quiere decir que además de la diversidad de especies y ecosistemas con los que cuentan los países en desarrollo, deben contar con variedades locales, diversidad genética que distingue a naciones como México por tener especies de importancia agrícola a nivel mundial como el maíz, frijol y jitomate, las cuales tuvieron su origen en nuestro territorio. De hecho, “México es el único país megadiverso que se encuentra en lo que se conoce como la faja génica que circunda entre los trópicos de cáncer y capricornio”⁶⁷, razón por la que es tan rico en variedad de especies y plantas cultivadas.

Es por este motivo que la tesista considera importante mencionar que los estados que firmaron el Protocolo debían ser miembros del Convenio de Bioseguridad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)⁶⁸ interesados en proteger su biodiversidad y que demostraran ese interés por proteger la riqueza de sus pueblos, como parte de la identidad de sus raíces, quizá para México esta era una forma de demostrar su profundo interés por preservar su identidad biológica.

Durante las negociaciones establecidas por el Grupo Intergubernamental encargado de crear el Protocolo la postura de México fue a favor de proteger y preservar sus recursos genéticos de posibles intervenciones intencionales a través del comercio de transgénicos que afectaran el medio ambiente y su entorno.

Desde las primeras reuniones en la Cumbre de Tierra firmada en Río de Janeiro, México demostró tener su particular interés en la preservación de la biodiversidad mundial. Posteriormente se hizo presente en la Convención de Biodiversidad de la ONU lo que reafirmó su posición en el ámbito internacional como una nación megadiversa interesada en preservar su biodiversidad nacional de cualquier efecto

⁶⁷Biodiversidad. Véase documento electrónico en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/index_biodiversidad.html. Consultado el día 18 de mayo de 2011.

⁶⁸ Es la organización internacional formada por 192 países independientes. Estos se reúnen libremente para trabajar juntos a favor de la paz y la seguridad de los pueblos, así como para luchar contra la pobreza y la injusticia en el mundo.

adverso natural, o bien biotecnológico. Probablemente esta postura la adoptó por apariencia ante la comunidad internacional porque si por algo se distingue México es por firmar casi todos los Acuerdos de cualquier índole entre diversos estados basta solo con revisar la larga lista de Convenios⁶⁹ que ostenta con naciones extranjeras.

Cuando finalmente se dio la firma del Protocolo el 29 de enero de 2000, los países del llamado “Grupo de Igual” Parecer acordaron seguir las reglamentaciones establecidas a través del Protocolo, el cual busca “un comercio internacional transparente, a través de medidas de seguridad acordes a las necesidades de consumidores, industriales, y en particular al medio ambiente”⁷⁰. En el caso de México el Protocolo entró en vigor hasta el 11 de septiembre de 2003 debido a que el Senado de la República ratificó el Protocolo hasta el 30 de abril de 2002 dejando la entrada en vigor un año después.

Probablemente una de las causas que determinó hasta esa fecha su entrada en vigor en nuestro país fue como menciona el art. 19.3 del Convenio sobre la Diversidad Biológica “las partes estudiarán la necesidad y las modalidades de un Protocolo que establezca procedimientos adecuados, incluido en particular el consentimiento fundamentado previo, en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de cualesquiera organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica”⁷¹, este mismo artículo fue utilizado para crear el Protocolo.

Otra de las posibles causas del tiempo que se tomó el Senado se deba a las repercusiones derivadas de la aplicación del Protocolo en nuestro país en la investigación, producción y comercialización de OGM y de productos que los

⁶⁹ Documento electrónico en: <http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/spe/SPE-ISS-03-07.pdf>. Consultado el día 23 de Mayo de 2011

⁷⁰ Protocolo de Cartagena. Véase nota 51.

⁷¹ Convenio sobre Diversidad Biológica (de ahora en adelante (CDB) firmado en junio de 1992 y entrado en vigor en 1993. Al 20 de septiembre de 2003 el convenio contaba con 168 Estados. Véase nota 18.

contengan, así como un efecto en la organización y participación de distintas autoridades gubernamentales⁷². Aunque el mismo Protocolo no ha declarado sanción alguna si los miembros ya se encuentran utilizando biotecnología o produciéndola no se descarta los efectos a terceros por falta de información a los países con los cuales se comercialice, especialmente si afecta su biodiversidad, pero como se menciona en un subtema posterior estas sanciones todavía se encuentran en discusión pues equivaldría a una retención por cuatro años de la participación de quien incurra en este hecho.

Cabe mencionar que actualmente México se muestra ante el exterior como una nación con el suficiente interés y capacidad para adquirir compromisos en el ámbito internacional. Su adhesión al Protocolo de Cartagena no es la excepción, aunque en este caso, su compromiso va más allá de su obligación con el ámbito internacional es una responsabilidad nacional como país megadiverso porque es poseedor de especies silvestres únicas en biodiversidad como el maíz, lo que lo hace aún más valioso genéticamente e históricamente ya que estas especies son muestra de la identidad nacional mexicana.

Para México proteger su riqueza en diversidad biológica local es la razón que lo hizo firmar el Protocolo de Cartagena. El peligro de la pérdida de esta riqueza biológica llevó no solo a México sino a diversos países al establecimiento del Convenio sobre la Diversidad Biológica surgido como mandato en La Cumbre de Río de Janeiro. Este Convenio afirma que la conservación de la diversidad biológica es interés de toda la humanidad y destaca la importancia que representa el acceso a los recursos genéticos y a las tecnologías para satisfacer las necesidades alimentarias y de salud. Como dice el Dr. Bolívar Zapata “la biotecnología representa sin duda la mejor de las opciones con que contamos para contender con muchos de los problemas y demandas del siglo que comienza”⁷³ considerándose como medio para obtener grandes beneficios.

⁷² CONACYT. *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 298-299.

⁷³ *Ibidem*, p.8.

En el art. 2 el convenio establece que:

“Cada parte tomará las medidas legislativas, administrativas y de otro tipo necesarias y convenientes para cumplir sus obligaciones dimanantes del presente Protocolo”

Por lo tanto los países firmantes deben establecer una legislación nacional que proteja su diversidad biológica y los estilos tradicionales utilizados en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

En un estudio de preguntas que realizó el Protocolo⁷⁴ aclaró que cualquier país que sea parte del Protocolo cuenta con diversos beneficios. En el art. 22 se menciona el siguiente “respecto de las partes que son países en desarrollo y partes que son países con economías en transición, podrán recibir apoyo financiero del Fondo para el Medio ambiente Mundial (el mecanismo financiero del Protocolo) con el fin de crear capacidad, así como otro apoyo para la aplicación del Protocolo y la participación en sus procesos”⁷⁵, se expone a continuación el artículo completo:

Art. 22

“Creación de capacidad. 1. Las partes cooperarán en el desarrollo y/o fortalecimiento de los recursos humanos y la capacidad institucional en materia de seguridad de la biotecnología, incluida la biotecnología en la medida en que es necesaria para la seguridad de la biotecnología, con miras a la aplicación eficaz del presente Protocolo en las partes que son países en desarrollo, en particular los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, y las

⁷⁴ Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. Preguntas más frecuentes acerca del Protocolo sobre Bioseguridad. Texto tomado del sitio web del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consúltese en: <http://www.bch.org.co/>. Consultado el día 25 de Mayo de 2011.

⁷⁵ Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. Preguntas más frecuentes sobre el Protocolo de Bioseguridad. Véase en: <http://www.bch.org.co/bioseguridad/doc/Documentos/CD-ROM%20PROYECTOS%20PNUMA%20SOBRE%20BIOSEGURIDAD/CartagenaProtocol/CBD-CPB-FAQ/CBDBioProFAQSp.pdf>. Consultado el día 4 de Junio de 2011.

Partes que son países con economías en transición, a través de las instituciones y organizaciones mundiales, regionales, subregionales y nacionales existentes y, cuando proceda, mediante la facilitación de la participación del sector privado.

2. A los efectos de aplicar el párrafo 1 supra, en relación con la cooperación para las actividades de creación de capacidad en materia de seguridad de la biotecnología, se tendrán plenamente en cuenta las necesidades de las partes que son países en desarrollo, en particular los países menos adelantados y de los pequeños Estados insulares en desarrollo, de recursos financieros y acceso a tecnología y a conocimientos especializados, y su transferencia, de conformidad con las disposiciones pertinentes del Convenio.

*La cooperación en la esfera de la creación de capacidad incluir, teniendo en cuenta las distintas situaciones, la capacidad y necesidades de cada Parte, la capacitación científica y técnica en el manejo adecuado y seguro de la biotecnología...*⁷⁶, por lo tanto México con la falta de recursos tecnológicos puede solicitar apoyo financiero o tecnológico en el momento que lo requiera con fines de evitar efectos adversos en la biodiversidad.

México es un país con una historia de intentar por todos los medios posibles desarrollarse económicamente y tecnológicamente sin tener éxito. Su adhesión al Protocolo lo ha abierto a más expectativas en la ciencia y tecnología principalmente en resguardar su propia biodiversidad utilizándola a la vez como un medio para obtener sus fines. En uno de los artículos establecidos por el Protocolo se establece que todo aquel que llegue a ser parte del Protocolo podrá “influir en la aplicación y determinar su desarrollo ulterior mediante la participación en los procesos de adopción de decisiones de la Conferencia de las Partes que actúe como reunión de las Partes en el presente Protocolo”⁷⁷ bien puede México poner este punto a su favor.

⁷⁶ Véase nota 42.

⁷⁷ Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. Preguntas más frecuentes acerca del Protocolo sobre bioseguridad. Véase nota 75

La influencia que se tenga dentro del Protocolo es parte esencial en las decisiones y medidas que se tomen en las sanciones que los estados pueden llegar a enfrentar si en contra partida de lo dispuesto en el Protocolo algún país parte comercia con alguien que no lo es. Sin embargo las opciones que brinda el acuerdo son muy accesibles en cuanto al comercio con otros países, pero a su vez el mismo indica que si ya se tiene un acuerdo comercial que anteciedera a la firma del Protocolo no implica que él anule lo ya establecido en otros convenios y viceversa⁷⁸.

Dentro de las sanciones que manifiesta el Protocolo es la multa compensatoria que en este caso puede resolverse u omitirse dependiendo del proceso establecido por medio de la Conferencia de las Partes en el Protocolo estableciendo para las partes que acepten importaciones de algún organismo vivo modificado una resolución que puede prolongarse hasta por cuatro años para definir las responsabilidades y compensaciones que deba cubrir el país sancionado⁷⁹.

La sanción puede llegar a anular la participación del país miembro dentro del Protocolo pero todavía no es un hecho, posiblemente solo sea acreedor a alguna sanción minoritaria pero hasta que la Conferencia de las Partes no lo resuelva no hay todavía una sanción resolutive como tal que aún se encuentra en discusión.

Es importante señalar que en la introducción del mismo Protocolo de Cartagena se reconoce que “la biotecnología moderna tiene grandes posibilidades de contribuir al bienestar humano si se desarrolla y utiliza con medidas de seguridad adecuadas para el medio ambiente y la salud humana”⁸⁰ por lo tanto no se

⁷⁸ Secretaría Del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexo. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, p.2. Véase nota 18.

⁷⁹ Art 27 del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Remítase a la ref. 89

⁸⁰ Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Véase nota 18.

manifiesta en contra del desarrollo de la ingeniería genética por el contrario se puede utilizar con debida moderación.

Con el reconocimiento que el Protocolo de Cartagena le proporciona a la biotecnología queda claro que la considera como un medio de desarrollo sustentable a favor de la prosperidad de la biodiversidad. Para llegar a ese desarrollo entre la biodiversidad y la biotecnología se requiere de los Institutos los cuáles el mismo Protocolo reconoce necesarios para la preservación de la biodiversidad. Queda claro que el Protocolo no se manifiesta en contra de la biotecnología ni de su investigación, sino que la considera una opción aceptable y favorable al desarrollo de la humanidad por su vínculo con el medio ambiente.

Con el auge de la biotecnología a nivel mundial se abrieron nuevas instituciones de investigación y empresas relacionadas con la biotecnología aunque eso no significa que todas las empresas o institutos sean considerados biotecnológicos. La razón es que son los propios institutos los que deciden si son considerados biotecnológicos o no, por lo tanto aunque ellos produzcan biotecnología pueden argumentar que no es así.

Este es uno de los posibles motivos por los cuales el Protocolo no considera a la biotecnología como una amenaza porque son los institutos de investigación los encargados de ver el aprovechamiento de la biodiversidad genética en la biotecnología.

2.2-Institutos e Instituciones de Investigación Biotecnológica en México.

La biotecnología en México ha sido parte de un plan de desarrollo concebido desde sus inicios para impulsar el avance tecnológico, científico e industrial⁸¹ en el país, y ha sido ineludible desarrollarla. En sus inicios, la biotecnología en nuestro

⁸¹ *Ibidem*, p.20

país se consideró como aquella biotecnología básica o tradicional que carecía de una investigación científica más desarrollada.

A pesar de los avances logrados en la informática, México tenía un atraso considerable en lo que se refiere a la disponibilidad de campos científicos, tecnológicos e industriales. Los órganos de gobiernos contaban con algunas bases de acceso a la biotecnología sin embargo la información que podía ser publicada o la proporcionada por las empresas era limitada como lo es al día de hoy.

Uno de los investigadores interesados e iniciadores en el desarrollo de la biotecnología básica [BT] en México fue el Dr. Francisco Bolívar Zapata⁸² quien realizó la transferencia de un gen de bacteria a otro para producir lo que actualmente se conoce como endulcorante artificial⁸³. A partir de ese momento surgen diversas investigaciones en un campo tan desconocido para México como lo era la biotecnología.

En palabras del Dr. Bolívar Zapata “la biotecnología ha representado la mejor manera de contender para proporcionar servicios y alimentos de mejor calidad”.⁸⁴ De esta forma se enfrentan los problemas y demandas de la población y se

⁸² Francisco Bolívar Zapata. Es doctor en Química [Bioquímica]. Inició su carrera como investigador en la UNAM en 1973. Desde 1982 es investigador titular “C”, y ese año fue nombrado director del recién creado Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología. Cuenta con más de 140 publicaciones en revistas y en libros. Por su trabajo ha recibido distinciones entre los que destacan: en 1982, el Premio de la Academia Mexicana de Ciencias; en 1990 Premio Universidad Nacional; en 1997 Premio TWAS [Third World Academy of Science] en el área de la biología, y en 1998 Premio Luis Elizondo, en el área de Ciencias Naturales del ITESM. Es miembro de El Colegio Nacional desde 1994, y de la Junta Directiva de la Universidad Autónoma Metropolitana desde 1996. En 1997 fue designado por el rector de la UNAM coordinador de la Investigación Científica, puesto que desempeñó hasta febrero de 2000. Fue vicepresidente y presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, en el cuatrienio 1996-1999.

⁸³ El impacto de Francisco Bolívar en la BT básica. Véase en: <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>.

⁸⁴ *Ibidem*, p.8.

intentan resolver los problemas y generar beneficios a la sociedad a través del desarrollo tecnológico⁸⁵.

A principios de la década de los ochenta se empezó a considerar que el cambio tecnológico mundial producido por la biotecnología y difundido por investigadores⁸⁶ de diversas Universidades, tendría gran impacto en múltiples sectores industriales, brindaría oportunidades de desarrollo y participación muy interesantes para los países en desarrollo y todo aquel interesado en la investigación.

Una década después México siguió esta tendencia de la mano del primer Instituto de Ciencia e Investigación CONACYT⁸⁷, el cual promueve hasta la fecha la investigación científica en nuestro país, y que a finales de los años 80s, como dice la Dra. González Aguirre⁸⁸ “inició una amplia gama de actividades relacionadas con la biotecnología, se preveía que los productos y procesos biotecnológicos, permitirían avanzar al país en numerosos sectores industriales”⁸⁹ y sobre todo que podría ser un actor importante en términos de desarrollo y orientación futura en beneficio de la nación.

Para evitar que se perdiera la oportunidad de desarrollar tecnología en México se reconoció la necesidad de formar recursos humanos para apoyar a la

⁸⁵ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 8.

⁸⁶ Esta visión nació poco después que Stanley Cohen y Herbert Boyer investigadores de las Universidades de Stanford y California publicaron su descubrimiento de ADN recombinante con lo cual se patentó el descubrimiento para las Universidades de California y Stanford comenzando una industria biotecnológica surgiendo la empresa Genentech como modelo inicial en este sector y un ejemplo de desarrollo industrial para el mundo. Porqué Biotecnología. Véase documento electrónico en: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar> liga en: <http://www.bact.wisc.edu>. Consultado el día 7 de Junio de 2011.

⁸⁷ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología inaugurado el 29 de enero de 1970 como un organismo público promotor de la investigación en México. Ver: <http://www.conacyt.mx/> Tel: 53227700

⁸⁸ Dra. Rosa Luz González Aguirre. Doctora en Sociología por la UAM-Xochimilco, investigadora del Departamento de Sociología, División de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAM-Azcapotzalco. Nivel I del SNI. e-mail: rosaluz@correo.azc.uam.mx.

⁸⁹ Biotecnología e innovación en México ¿por qué ha pasado tan poco?. Véase documento en: http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2008/MT6/SESION2/MT6_GONZALEZ_QUINTERO.pdf. Consultado el día 10 de Junio de 2011.

investigación y la creación de centros experimentales. En ese momento el mercado potencial que presentaba la biotecnología parecía el empuje que México necesitaba para desarrollarse completamente. Por supuesto no solo México realizaba estudios para estimular este campo era un suceso que se expandía a todo el mundo.

Con el adecuado uso de la biotecnología se han podido obtener beneficios importantes para la patria, a partir del desarrollo de productos que permitan una mejor autosuficiencia en cuanto a la elaboración de productos básicos (como alimentos, medicamentos, tratamiento de contaminantes, entre otros).

Como ha informado anteriormente el CONACYT, el desarrollo de dicho proceso “abrirá también las puertas hacia el ámbito internacional en términos de la definición de nuevas estrategias, así como la puesta en práctica de políticas y planes de desarrollo”⁹⁰, las cuáles para un estado en desarrollo como México representan “la oportunidad de estar a la altura de países altamente industrializados mundialmente”⁹¹.

Los principales elementos promotores de la biotecnología en este país son la investigación científica y el material genético. En nuestra nación prácticamente toda la investigación en el campo de la biotecnología se desarrolla en centros e institutos gubernamentales o dependientes de las universidades, especialmente la mayor parte de investigaciones proviene de esta última, teniendo muy poca participación las empresas.

Entre los institutos que destacan en el campo de la investigación son: Instituto de Biotecnología de la UNAM⁹², CINVESTAV⁹³ del IPN e institutos de la UAM y

⁹⁰ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 22.

⁹¹ *Ibíd.*, p. 27.

⁹² Entidad universitaria perteneciente al Subsistema de la Investigación Científica (SIC) que realiza investigación de excelencia académica para el desarrollo de la biotecnología moderna generando conocimientos en diversas áreas y disciplinas tales como la ingeniería celular, biología del desarrollo,

CONACYT. Las estadísticas de las Instituciones que desarrollan biotecnología son proporcionadas por estos centros educativos. En un estudio realizado por el CONACYT se identificaron 98 dependencias de las cuales 29 tienen sede en el Distrito Federal, aunque varias de ellas cuentan con instalaciones en diferentes estados de la República. En el siguiente mapa se muestra la localización en algunas entidades (Véase mapa 2).

Entre las Instituciones que desarrollan biotecnología se encuentra el Cinvestav-Irapuato y el CICY⁹⁴, que solo desarrollan actividades relacionadas con el sector agrícola, y el Centro Médico en el área de la salud. El CONACYT y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)⁹⁵ abarcan varias áreas del conocimiento, entre otras instituciones destacadas se encuentra la Academia Mexicana de Ciencias Agrícolas, Asociación Mexicana de Escuelas Agrícolas, Sociedad Mexicana de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitopatología, Sociedad Mexicana de Bioquímica, Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C., Sociedad Mexicana de Fitogenética y la Sociedad Mexicana de Tecnología de Alimentos y la Sociedad Botánica de México.

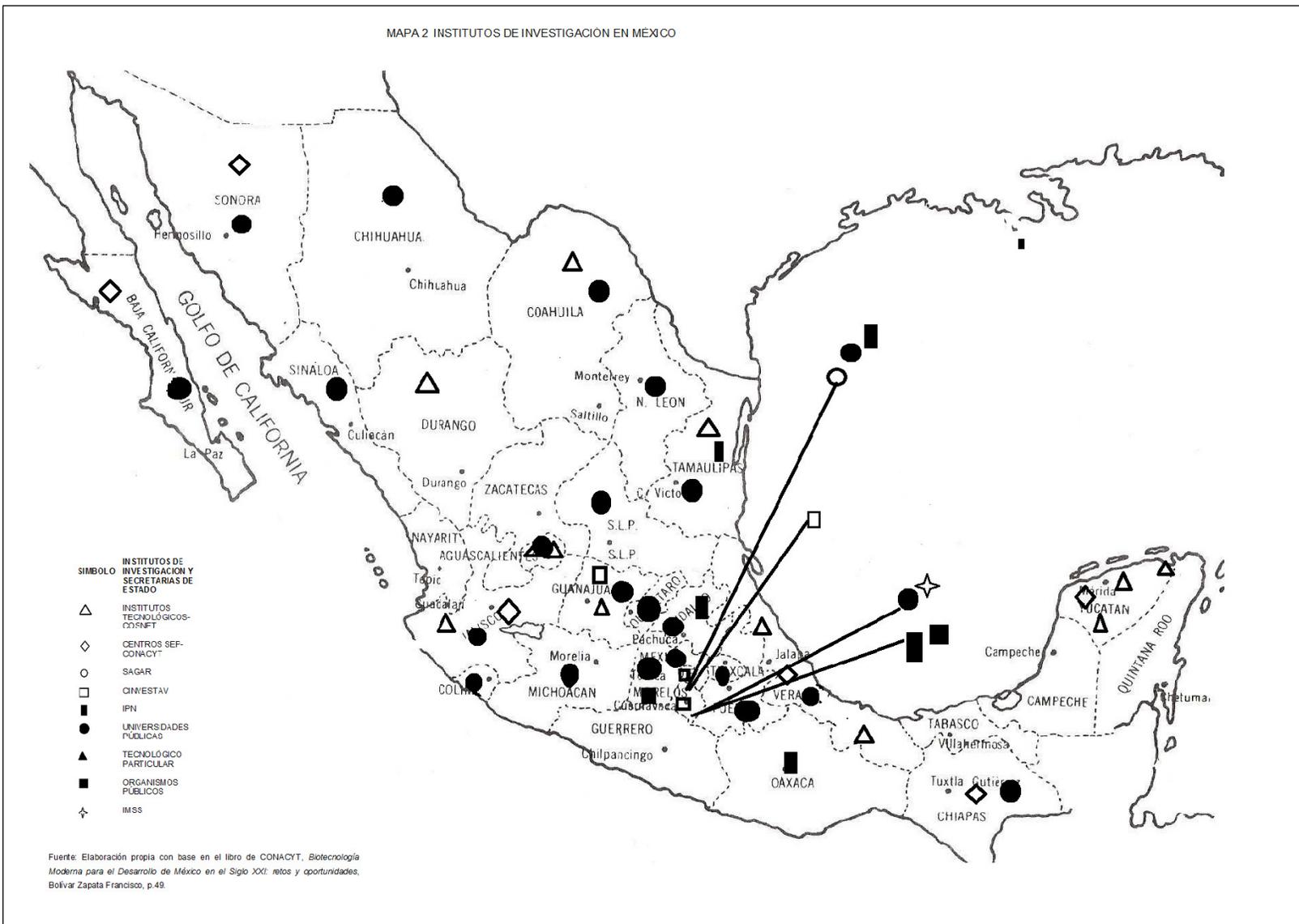
biología estructural, fisiología, microbiología y doctorados en Ciencias Biológicas. Ver: <http://www.ibt.unam.mx> Tel: (52) (777) 3291600.

⁹³ Organismo Público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio. Investigaciones en Ciencias Exactas, Biología y Medicina, Ingeniería, Ciencias Sociales. Ver: <http://www.cinvestav.mx/> Tel: 57473800.

⁹⁴ Centro de Investigación Científica de Yucatán. Es un Centro Público de investigación científica y tecnológica, forma recursos humanos en las áreas de la biología vegetal, los recursos naturales y la ciencia de los materiales, para el desarrollo sustentable del país. Ver: <http://www.cicy.mx/> Tel: 01(999) 9428330.

⁹⁵ Organismo orientado al desarrollo de la educación superior mexicana, promueve el campo de docencia, investigación y la extensión de la cultura y servicios. Ver: <http://www.anuies.mx/> Tel: 54204900.

MAPA 2 INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN EN MÉXICO



Cada uno de los institutos de investigación dedicado al desarrollo de la biotecnología necesita del material necesario para su producción: la biodiversidad. Retomando la inserción de México en el Protocolo de Cartagena debe recordarse que el Protocolo protege a la diversidad biológica de los efectos adversos derivados del uso de la biotecnología, sin embargo esto no significa que el Protocolo rechace por completo el uso de la biotecnología.

Ciertamente el Protocolo es un convenio de protección a la biodiversidad, pero no significa que anule a los Centros de Investigación Científica. Retomando parte del capítulo anterior recuérdese que para fines del Protocolo se creó un Centro de Intercambio de Información para control de los organismos mejorados biotecnológicamente el cual funciona como un control para la protección a la riqueza genética de los países megadiversos como México.

2.3.-La Biodiversidad Mexicana como fuente de material genético

Se han mencionado las instituciones encargadas de la investigación en materia de biotecnología agrícola en México pero es importante mencionar que estas no existirían sin el elemento para realizarla, la *biodiversidad*; misma que se define por el Dr. Bolivar Zapata como “el conjunto de manifestaciones de la vida sobre el planeta”⁹⁶, y que nuestro país es rico en diferentes especies entre flora y fauna, las cuales con el paso del tiempo han cambiado.

En 2001 el CONACYT realizó un estudio para conocer la biodiversidad mexicana como resultado de su evolución durante aproximadamente 3 000 millones de años, se describieron aproximadamente 1.5 millones de especies de seres vivos (cerca del 10% del número total estimado), “mismas que almacenan la información genética y los procesos morfogénéticos necesarios para producir una variedad extraordinaria de proteínas, compuestos secundarios, vías metabólicas y

⁹⁶ *Ibíd.*, p.195.

bioestructuras con potencial de aplicación médica, industrial, agrícola u otros⁹⁷, es el patrimonio biológico del mundo y México.

En este contexto, México forma parte de los 12 países megadiversos del mundo, además es la quinta región más rica en *biodiversidad del planeta*⁹⁸ (ver tabla 1) ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras del 70% de la diversidad mundial de especies llena de material genético para investigar la estructura de organismos vivos, ésta es una riqueza estratégica tan importante como el petróleo. Entre la riqueza natural con la que se cuenta están las plantas, animales, insectos y microbios únicos en el planeta considerado gran riqueza biológica con un recurso potencial incalculable para la investigación y el desarrollo de diversos productos.

La biodiversidad es un recurso natural estratégico que debe ser utilizado de manera sustentable en la solución de problemas nacionales. De acuerdo a un estudio realizado por el CONACYT⁹⁹ México es el segundo país del mundo, después de China, en tipos diversos de ecosistemas, entre ellos los páramos de montaña, bosques templados, selvas tropicales perennes y deciduas. Desafortunadamente los tres componentes ecosistemático, específico y genético de esta riqueza biológica se han deteriorado debido a factores como la deforestación, sustitución de vegetación nativa diversa por monocultivos exóticos, extracción ilegal de diversas especies para tráfico de especies y desaparición acelerada de variedades criollas de prácticamente todos los cultivares nativos de México.

⁹⁷ *Ibíd*em, op. cit.

⁹⁸ Medio ambiente, Biodiversidad sostenible y Educación ambiental. Biodiversidad Mexicana. Véase documento electrónico en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>. Consultado el día 8 de Julio de 2011.

⁹⁹ CONACYT. *Biología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 191.

Tabla 1: Posición de México con respecto a otros países megadiversos

País	Plantas Vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Brasil	56,215	578	1,712	630	779
Colombia	48,000	456	1,815	520	634
China	32,200	502	1,221	387	334
Indonesia	29,375	667	1,604	511	300
México	23,424	535	1,392	804	361
Venezuela	21,073	353	1,392	293	315
Ecuador	21,000	271	1,559	374	462
Perú	17,144	441	1,781	298	420
Australia	15,638	376	851	880	224
Madagascar	9,505	165	262	300	234
Congo	6,000	166	597	268	216
*Estados Unidos					

Fuente: Llorente, Bousquets y Ocegueda 2009 (Datos de Biodiversidad).

Respecto a la genética, biología molecular, morfología estructural y metabolismo secundario, como ha investigado el Conacyt, “se han estudiado con detalle un grupo de especies modelo (unas 20), entre las cuales se encuentran *Escherichia coli*, *Saccharomyces spp.*, *Arabidopsis thaliana*, *Drosophila spp.*, *Caenorhabditis elegans* y algunas otras de importancia médica o alimentaria”.¹⁰⁰ Si bien se cuenta con secuencias de material genético obtenidas de miles de especies, “en su mayoría estas secuencias lo son de pequeños fragmentos del total de la información genética de los organismos, es decir, del 10% de las especies del mundo se muestrearon genéticamente menos del 1% de las especies del

¹⁰⁰ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 197.

planeta”¹⁰¹ y es solo una pequeña parte de la inmensa gama de nuestra biodiversidad.

En relación a su fauna, México cuenta con especies exóticas y que son cuidadas especialmente porque están en peligro de extinción como el águila arpía, este animal se encuentra en los estados de Veracruz, Chiapas y Campeche, y habita en las grandes copas de árboles tropicales. Otra especie es el águila real, la cual se encuentra solo en Baja California Sur, Sonora y Chihuahua, en pastizales, planicies desérticas y semidesérticas.

El berrendo es una especie única y al igual que el águila real habita solo en Baja California Sur, Sonora y Chihuahua. Uno de los animales que se distribuye en la vertiente del Pacífico, desde el sur de Oaxaca hasta Honduras es el caimán, habita en las zonas pantanosas, fangosas y abunda en zonas donde hay manglares llenos de vegetación. La guacamaya roja habita las tierras planas al nivel del mar y hasta los mil metros de altura ocupa las selvas altas y medianas verdes y cercanas a grandes ríos y arroyos, este ejemplar vive en la parte este de Chiapas hasta colindar con la frontera de Guatemala. La liebre tropical es un lagomoro endémico exclusivo de las dunas costeras del estado de Oaxaca y zonas planas del istmo de Tehuantepec.

Entre otras especies se encuentran el jaguar, lobo gris mexicano, loro cabeza amarilla, manatí, mono araña, oso negro, cotorra de cueva, puma, quetzal, saraguato pardo, tortuga galápagos, tortuga pinta, tortuga lagarto, tucán, etc. En la tabla 2 se muestran todas las especies exóticas que habitan México y el número de especies en extinción que hay.

¹⁰¹ Ibíd., p. 196.

Tabla 2

Biodiversidad en Fauna

AVES	ESPECIES	ESTATUS
Aguila arpía	Harpia harpyía	En peligro de extinción
Aguila real	Aguila chrysaetos	Amenazada
Cotorra cucha	Amazona autumnalis	-
Guacamaya enana	Rhynchopsitta pachyrhyncha	En peligro de extinción
Guacamaya roja	Ara macao	En peligro de extinción
Guacamaya verde	Ara militaris	En peligro de extinción
Halcón peregrino	Falco peregrinus	Sujeta a protección especial
Loro cabeza amarilla	Amazona oratrix	En peligro de extinción
Perico quila, perico mexicano	Aratinga holochlora	Amenazada
Quetzal	Pharomachrus	En peligro de extinción
Tucán	Ramphastos sulfuratus	Amenazada
Reptiles		
Escorpión de árbol, lagarto alicante de bromelia	Abronia taeniata	Sujeta a protección especial
Iguana negra	Ctenosaura pectinata	Amenazada
Iguana verde	Iguana iguana	Protección especial
Caimanes y cocodrilos		
Caimán	Caiman Crocodilus	Sujeta a protección especial
Cocodrilo de pantano	Crocodylus moreletti	Sujeta a protección especial
Cocodrilo de río	Crocodylus acutus	Sujeta a protección especial

Serpientes

Cascabel	<i>Crotalus molossus</i>	Sujeta a protección
Cascabel tropical	<i>Crotalus durissus</i>	Sujeta a protección
Culebra sorda mexicana	<i>Pituophis deppel</i>	Amenazada
Culebra real coralillo	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Amenazada
Boa	<i>Boa constrictor</i>	Amenazada

Tortugas

Pochitoque	<i>Kinostemon acutum</i>	-
Pochitoque	<i>Kinostemon herrerae</i>	Sujeta a protección especial
Tortuga galápagos	<i>Staurotypus triporcatus</i>	Sujeta a protección especial
Tortuga lagarto	<i>Chelydra serpentina</i>	Sujeta a protección especial
Tortuga pinta	<i>Trachemys scripta</i>	Sujeta a protección especial

Mamíferos

Berrendo	<i>Antilocapra americana</i>	En peligro de extinción
Borrego cimarrón	<i>Ovis canadensis</i>	Sujeta a protección especial
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	En peligro de extinción
Liebre tropical	<i>Lepus flavigularis</i>	En peligro de extinción
Lobo gris mexicano	<i>Canis lupus baileyi</i>	Probablemente extinta en el medio silvestre
Manatí	<i>Trichechus manatus</i>	En peligro de extinción
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>	En peligro de extinción
Oso negro	<i>Ursus americanus</i>	En peligro de extinción
Puma	<i>Puma concolor</i>	-

Saraguato pardo	Alouatta palliata	En peligro de extinción
Teporingo	Romerolagus diazi	En peligro de extinción

Fuente: SEMARNAT-2001.

Aire, suelo, agua y océanos, al igual que la fauna, también constituyen “la fuente primordial del acervo genético que dio origen a la biodiversidad actual en el planeta”¹⁰². El material genético de los organismos vivos presentes en los océanos es un recurso muy valioso, con un gran potencial para la investigación y creación de desarrollos biotecnológicos, “comparativamente mayor al existente en el medio ambiente terrestre debido a que cubren el 70% de la superficie del planeta, contienen una gran variedad de formas de vida que van desde las más pequeñas conocidas, que son los microorganismos, hasta las grandes ballenas”¹⁰³.

La ubicación geográfica de México con extensas costas situadas en mares tropicales, subtropicales y diversos ambientes de los ecosistemas costeros hasta las profundidades oceánicas, de acuerdo al CONACYT, “lo hace poseedor de una gran biodiversidad. Los ecosistemas presentes incluyen los ambientes costeros de estuarios, plataformas continentales y numerosos arrecifes coralinos entre los que se encuentra la barrera de arrecife más grande de América (...), así como las ventilas hidrotermales del Pacífico que albergan gran riqueza específica con formas de vida que poseen características fisiológicas únicas que les permiten sobrevivir en ambientes caracterizados por una alta presión, alta temperatura y sin luz”.¹⁰⁴

Debe recordarse que México es una nación que tiene una amplia tradición en la investigación de los sistemas biológicos, así como en el uso de seres vivos, sus productos o sus partes para la producción de satisfactores. Ejemplo de ello “son

¹⁰² *Ibíd.*, p. 212.

¹⁰³ *Ibíd.*em.

¹⁰⁴ *Ibíd.*, p. 213.

las plantas medicinales y las plantas productoras de frutas tropicales”¹⁰⁵ sin embargo es una biotecnología tradicional donde la ingeniería genética no interviene en la modificación o transformación de las sustancias todavía los avances científicos son casi imperceptibles.

La biotecnología representa ventajas “por requerir insumos y escalas relativamente menos costosas que otras tecnologías de punta, por lo que es factible su desarrollo en México con menores inversiones y en tiempos más cortos”¹⁰⁶, especialmente para México ya que cuenta con el material genético requerido por este campo. Nuestro país es rico en biodiversidad, en material genético sin embargo carece de una parte importante para desarrollar una vasta biotecnología: la infraestructura tecnológica de las empresas para lograrlo.

2.4- Empresas e industrias biotecnológicas en México

Como ya se ha mencionado los inicios de la biotecnología en México comienzan con la BT tradicional. Algunas de las empresas que se iniciaron de esta forma en sectores en los cuáles la biotecnología ha tenido impacto ha sido: el agrícola/pecuario, alimentario/materias primas, medio ambiente/control de la contaminación, salud/químico farmacéutico y otros. Como se ha delimitado el tema en este capítulo solo se tomará en cuenta el sector agrícola los otros sectores sólo se mencionan como un cuadro general de aquellos en los cuales México ha logrado cierto alcance biotecnológico, sin ser primordiales para esta tesina por la misma delimitación.

Después de 1990, especialmente entre los años 1994 y 1999, comienza un impulso a las publicaciones biotecnológicas (BT básica), posteriormente continuaron divulgaciones de biotecnología aplicada. Si bien un país como México con limitado presupuesto ha producido procesos biotecnológicos sencillos, la

¹⁰⁵ *Ibíd.*, p. 23.

¹⁰⁶ *Ibíd.*

biotecnología más avanzada “requiere de una infraestructura tecnológica e investigación”¹⁰⁷, recursos que a pesar de los esfuerzos de México por alcanzarlos aún distan de ser suficientes. Sin embargo esto no ha impedido que las empresas se desarrollen como biotecnológicas básicas.

En el año de 1985 se realizó un proyecto con financiamiento del CONACYT, denominado “Prospectiva de la biotecnología en México” en él se identificaron barreras de entrada en las empresas. En la tabla 3 se presenta los principales productos y empresas que constituían la bioindustria de ese entonces utilizando técnicas biotecnológicas tradicionales¹⁰⁸ y en la tabla 4 se observan las empresas bioindustriales de los noventas, las cuales ya utilizaban procesos genéticos sobre las semillas.

¹⁰⁷ La relación: ciencia y tecnología en el subdesarrollo y una redefinición de desarrollo. Véase en: <http://www.eumed.net/eve/resum/06-07/bacc.htm>. Consultado el día 10 de Julio de 2011.

¹⁰⁸ Biotecnología Tradicional. Procesos biológicos donde no se utiliza la ingeniería genética ni tiene nada de biología molecular.

Tabla 3 INDUSTRIAS BIOTECNOLÓGICAS MEXICANAS EN 1980

INDUSTRIA BIOTECNOLÓGICA MEXICANA EN LOS AÑOS 80s	
PRODUCTOS	EMPRESAS
CERVEZA	CERVECERÍA MODELO CERVECERÍA MOCTEZUMA CERVECERÍA CUAUHTÉMOC CERVECERÍA YUCATECA
DERIVADOS LÁCTEOS	431 EMPRESAS
LEVADURA PARA PANIFICACIÓN	ÁCIDOS ORGÁNICOS, S.A. INDUSTRIA MEXICANA DE ALIMENTOS, S.A. DE C.* FLEISCHMAN
ALCOHOL ETÍLICO	ASOCIACIÓN MEXICANA DE PRODUCTORES DE ALCOHOL
ÁCIDO ACÉTICO	COMPAÑÍA BENEFICIADORA DEL COYOL, S.A.
ANTIBIÓTICOS	FERMIC, S.A. DE C.V.* ORSABE, S.A.* CYANAMID DE MÉXICO, S.A.* PFIZER, S.A. DE C.V.* CENTRO INDUS TRIAL BIOQUÍMICO, S.A.** UPJOHN, S.A. DE C.V.* ABBOT LABORATORIOS DE MÉXICO, S.A.* SINBIOTIK, BENEFICIADORA E INDUSTRIALIZADORA, S.A.*
ENZIMAS	ENMEX, S.A.* VELFER, S.A.* PFIZER, S.A.*
AMINOÁCIDOS	FERMENTACIONES MEXICANAS, S.A. [FERMEX]*
ÁCIDOS ORGÁNICOS	MEXAMA*
BIOFERTILIZANTES	NITRAGIN, S.A. DIAMOND SHAMROCK PAGADOR QUIMICA LUCAVA

*estas empresas cerraron operaciones.

** pasaron a ser propiedad de una empresa trasnacional.

Fuente: Sincco 2008.

Tabla 4 INDUSTRIA BIOTECNOLOGICAS EN 1990

INDUSTRIA BIOTECNOLÓGICA EN LOS 90s	
Productos	Empresas
Semillas mejoradas retardadas en maduración jitomate	CALGENE
Semillas que retardan la maduración de los vegetales	Dnap DNA Plant Technology
Semillas mejoradas agrícolas Soya, trigo, maíz, algodón, etc.	MONSANTO
Bioteología vegetal aplicada a la floricultura	Invernamex

Fuente: CONACYT 2001.

Las empresas que en esos años produjeron su propia biotecnología básica lograron importantes avances en ramas como la farmacéutica, pero existe una más importante para esta tesina los referentes a los productos básicos de consumo humano y de introducción al medio ambiente.

2.4.1.-Empresas biotecnológicas mexicanas

El desarrollo alcanzado en el 2000¹⁰⁹ (Véase Tabla 5) abrió nuevas posibilidades para producir una gama de productos de distinta índole. Las aplicaciones en el campo de la alimentación y la agricultura utilizaron procesos biotecnológicos tradicionales, los cuales, hasta ese entonces las empresas mexicanas podían financiar sin problema alguno. Dentro del grupo de empresas nacionales mexicanas del sector agrícola productoras de altos volúmenes se encontraban los ingenios azucareros con su producción de alcohol (sector materia prima) por fermentación de azúcar.

En relación a la búsqueda para la mejora de sus cultivos por medio de la biofertilización se identificó solo un ejemplo, un proyecto de colaboración del Centro de Investigación sobre fijación del Nitrógeno de la UNAM, el Colegio de Postgraduados y algunos ingenios¹¹⁰ de Veracruz. El CICY¹¹¹ ha llevado a la práctica algunos de sus desarrollos tecnológicos al establecer una biofábrica [proplanta] primera en su tipo en México, que por métodos in vitro logró concretar proyectos productivos con empresas como bioquimiquex con cempaxúchitl.

¹⁰⁹ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p. 63-64.

¹¹⁰ *Ibíd.*, p. 63.

¹¹¹ Véase nota 94.

Tabla 5 INDUSTRIA BIOTECNOLOGICA EN EL 2000 A LA ACTUALIDAD

INDUSTRIA BIOTECNOLÓGICA EN EL 2000 A LA ACTUALIDAD

Productos	Empresas
Semillas de material transgénico Algodón, soya, trigo, maíz y vegetales	Monsanto
Cultivos de tejido vegetal Geranios, fresas, crisantemos, violetas, africanas, claveles, etc.	Biogenética Mexicana
Biotecnología agrícola Creación de tomates resistentes en tiempo y con caract. determinadas	INIFAP
Semillas mejoradas	Aventis
Semillas mejoradas	Dupont
Semillas mejoradas	Syngenta
Biotecnología agrícola	Savia

Fuente: CONACYT 2001.

Entre otras empresas destacan las que utilizan tecnología de cultivo de tejidos (52%) para la propagación de plantas ornamentales, hortalizas y frutas, con ingresos anuales de entre dos y 10 millones de pesos¹¹², se mencionan las siguientes:

- Química Agronómica de México [bactericidas]
- Biótica, Biotecnic, Agrobiológicos del Noreste e Internacional Química de Cobre (bioplaguicidas producidas en el CINVESTAV DF).

¹¹² Ibíd., p. 63.

- Buckman Laboratories y Química Lucava (inoculantes)
- Ageomod (Productora de plantas y plántulas)
- Bioingeniería Mexicana (Productora de plantas y plántulas)
- Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)
- Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria (CIICA)
- Evergreen Invernadero
- Gen Agrocultivo
- Gota de Vita
- Grupo Agrícola Joel
- Grupo Biotecnológico Marsan
- Invernamex
- Rancho la Joya
- Rancho Providencia
- Visaflor
- Viveros el Morro y Vivi Tolula
- Centro de Biotecnología de Sabritas (semillas mejoradas)

Entre las empresas que se encuentran en México utilizando biotecnología como alimento humano o animal están:

- Ácidos Orgánicos (levadura para panificación)
- Bioextracto y Laboratorios Mixim (productoras de extracto)
- Bioquimex Reka que produce pigmentos de origen vegetal y que ha colaborado con la UNAM (procesos de enzimáticos para la extracción de colorantes vegetales)
- Biotec Latinoamericana
- Yakult, Derilán y Grupo Prolesa productoras de probióticos
- Enmex productora de enzimas
- Productora de Maíz Teocintle (Tachichua Puebla formada en diciembre de 1998)
- Fermentaciones Mexicanas productora de aminoácidos por fermentación

- Mexama, S.A. de C.V. que elabora ácido cítrico por fermentación
- Enzymologa fabricante de aspartame

Todas las empresas nacionales antes mencionadas en sus diferentes sectores utilizan técnicas biotecnológicas de poca infraestructura, una de las razones es la escasa relación entre las empresas nacionales y las instituciones de investigación¹¹³, la iniciativa biotecnológica nace más de los investigadores por descubrir nuevas técnicas de desarrollo, que de la necesidad de las empresas por mejorar sus procesos de producción y estar al nivel competitivo de las transnacionales.

En el caso de los cultivos, cuyo estudio de caso se desarrollará en el capítulo 3, la Productora de Maíz Teocintle fundada en 1998 fue una excepción porque era una empresa dedicada a la producción de semillas certificadas de maíz que nació de la unión de agricultores, conformada en la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada, esta productora cultivaba, producía y comercializaba la semilla de variedad sintética “serdán” misma que fue investigada por su productividad.¹¹⁴

Otro grupo de empresas nacionales que se localizan por su integración drásticamente en el sector agroindustrial son Grupo Industrial Bimbo (pan y pastelillos), Grupo Industrial Maseca (harina de maíz y tortillas) y empresas La Moderna (agrobiotecnologías y empaques)¹¹⁵. Grupo Bimbo, Maseca y La Moderna tienen filiales en México y países extranjeros, se han desarrollado por que invierten en la investigación científica y tecnológica, insertándose en la biotecnología agrícola.

¹¹³ CONACYT. *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades*, FCE, México, 2001, p.66.

¹¹⁴ Artículo de Investigación elaborado por alumnos de Posgrado en el Programa de Producción de semillas, Institutos de recursos genético y Productividad, Colegio de Posgraduados. Véase documento electrónico en: <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-1/12r.pdf>.

¹¹⁵ BANCOMEX, SNC. Comercio Exterior, Desarrollo territorial y globalización. Véase documento electrónico en: <http://www.infoagro.com/>. Consultado el día 20 de Septiembre de 2012.

En el caso de Maseca, la cual emplea una formulación enzimática para alargar la vida de anaquel de la tortilla, esta empresa utiliza en su proceso una tecnología desarrollada por el Instituto de Biotecnología y la Facultad de Química de la UNAM. Estos grupos han dominado la agricultura desde la industria con su avance tecnológico y políticas acordes a sus necesidades, siendo empresas de biotecnología tradicional cultivando semillas agrícolas para utilizarlas como materias primas en su producción nacional.

2.4.2-Empresas Transnacionales Biotecnológicas extranjeras en México

Continuando con el tema de los cultivos, es importante recordar que los cultivos en México son creados a partir de métodos tradicionales. Algunas empresas llegan a utilizar biotecnología más desarrollada debido a que son afiliadas a transnacionales como es el caso de Monsanto, la cual suministra apoyo tecnológico y económico a los procesos de cultivo y de producción. La razón por la que estas empresas transnacionales gozan de una mejor infraestructura es por la inversión que realizan en investigación y desarrollo. En el caso de Estados Unidos como país extremadamente industrializado finca su desarrollo económico en el desarrollo de estas empresas y los beneficios que le puedan dar a su nación, una situación opuesta a lo que acontece en un país como México.

La tecnología forma parte del desarrollo de estas empresas siendo una inversión en investigación y desarrollo (I+D) para tener un crecimiento acelerado en el campo biotecnológico, este vínculo entre la industria y los institutos de investigación es base para “generar nuevos y mejores productos y servicios”¹¹⁶. Este hecho se observa en las industrias más avanzadas en el campo biotecnológico que se mencionarán en el siguiente párrafo.

¹¹⁶ Ceceña, Ana Esther. *La tecnología como instrumento de poder*, UNAM. Ediciones El Caballito, 1998, p.48

Denominadas como empresas de la “Ciencia de la vida”, las empresas transnacionales extranjeras dentro del ramo agrícola que están orientadas a la producción de plántulas y plantas de todo tipo, trabajan en la propagación de la papa, semillas mejoradas y producción de ornamentales¹¹⁷. Entre las empresas transnacionales extranjeras biotecnológicas y agroalimentarias¹¹⁸ más importantes ubicadas en México se encuentran las siguientes:

- Monsanto¹¹⁹ (dedicada a la producción de semillas como sorgo, maíz, trigo, cultivo de hortalizas de frutas y vegetales, agroquímicos y productos biotecnológicos como herbicidas) MONSANTO es una empresa proveedora global de tecnologías y productos para la agricultura que mejoran la productividad del campo y la calidad de la alimentación. Se estableció en México en 1950 Monsanto Mexicana S.A. para producir polímeros de estireno, en años posteriores adquirió la Compañía Industrial de Plásticos S.A. (CIPSA), la cual fabricaría juguetes como Barbie y Hot Wheels. En 1979 Monsanto lanza Roundup en México un herbicida que se convertiría en el más vendido del mundo pero fue hasta 1992 cuando vende todo producto e industria química para dedicarse a productos agrícolas y a la biotecnología como su planta matriz en Estados Unidos.
- Syngenta¹²⁰ (antes Novartis, dedicada a la producción de semillas, fungicidas, herbicidas, tratamiento de semillas, cereales, frutas hortícolas, fitoreguladores y bioline). SYNGENTA es una empresa que desarrolla nuevas tecnologías en agricultura. Nació el 13 de noviembre del 2000 de la fusión de Novartis con Astra Zeneca, inicia funciones con Diversa Corporation (empresa dedicada a la ciencia biológica) en el desarrollo de agricultura sustentable lanzando el mapa del genoma del arroz. Para 2003

¹¹⁷ Para la tesis una planta ornamental es aquella cuyo cultivo y comercialización se lleva a cabo teniendo como objetivo fundamental mostrar la belleza de la planta. Muchas plantas, además de servir para este propósito, también tiene fines alimentarios como pueden ser el olivo y el naranjo. Las plantas ornamentales tienden a cultivarse al aire libre o en viveros.

¹¹⁸ GREENPEACE. Transgénicos en mi mesa NO. Véase nota 21.

¹¹⁹ Ver <http://www.monsanto.com.mx>.

¹²⁰ Ver: <http://www.syngenta.com.mx>.

lanza la primera variedad híbrida de granos de cebada llamada Coloso creando programas de máximo rendimiento en conjunto con Universidades Agrícolas formando posteriormente ODYSIN. Es en el 2005 cuando crea una fundación de becas para estudiantes en países en desarrollo para seguir con sus investigaciones en el campo de la agricultura biotecnológica.

- Dupont¹²¹ (al que pertenece Híbridos Pioneer, dedicada a la producción de herbicidas, fungicidas, productos derivados del petróleo, industria manufacturera y automotriz) DUPONT México es una empresa proveedora de productos y servicios innovadores para los mercados de agricultura, nutrición, electrónica, comunicaciones, seguridad y protección, hogar, construcción, transporte y ropa. Destaca en México con plantas en Tlalnepantla, Tecomán, Altamira, Monterrey, Lerma y Ocoyoacac además de las oficinas corporativas en el D.F.

- Bayer CropScience y Dow¹²² (dedicada a la producción de herbicidas, insecticidas, hortalizas y mejoramiento de cultivos) BAYER CROPSCIENCE AND DOW es una empresa proveedora de semillas agrícolas. Fundada en 1851 por Ernst Schering en Berlín Alemania, se establece en 1924 como Bayer Crop Protection. En 1994 esta empresa adquiere el 60% de la compañía Hoechst y Schering el 40% para formar Crop Protection and Pest Control Business. Para el 2002 Bayer Crop Science adquiere Aventis Crop Science e inaugura en 2004 la nueva planta de innovación biotecnológica en Ghent, Bélgica. En 2007 lanza el nuevo insecticida Flubendiamide aprobado en mercados de Asia abriendo mercado en Estados Unidos y Canadá un año después para un nuevo insecticida con ingrediente activo Spirotetramat.

¹²¹ Ver: http://www2.dupont.com/Powder_Coatings/es_MX/sales_support/about_us/about_us.html. Consultado el 9 de septiembre de 2012.

¹²² Ver: <http://www.bayercropscience.com/bcsweb/cropprotection.nsf/id/3DCD258447055C70C125772900>.

- Pulsar¹²³ (dedicada a la producción de semillas agrícolas como trigo, soya, maíz, arroz, y hortalizas).
- Delta and Pine Land Company¹²⁴ (dedicada a la producción de plaguicidas, mejoramiento de semillas de cereal y algodón) DELTA AND PINE LAND COMPANY empresa proveedora líder en algodón biotecnológico. Creada en 1886 se dedica para 1915 a la venta de algodón con el nombre de Deltapine, en 1919 adquiere Finecotton Compañía de División del Oeste. Para 1996 introduce la ingeniería genética en el algodón. El 15 de agosto 2006 Monsanto adquiere Delta and Pine Land Company operando como industria, la más grande empresa privada de semillas de algodón.
- Advanta¹²⁵ (empresa proveniente de Holanda, dedicada a la producción de girasol, maíz, sorgo y colza modificada) ADVANTA es una empresa multinacional de semillas. Utiliza las más avanzadas técnicas de mejoramiento vegetal convencional y biotecnología agrícola a una amplia base de germoplasma propio. Opera en India, Australia, Tailandia y Estados Unidos. En Argentina posee dos unidades de negocios, Advanta semillas y semillas híbridas.
- Sakata (produce hortalizas, paquetes tecnológicos, semillas híbridas para el mercado, es productor en mayor cantidad de vegetales como brócoli y chile).
- Groupe Limagrain (produce semillas de cereales y hortalizas modificadas en diversos países y mejora los cultivos).

¹²³ Pulsar empresa mexicana agrícola industrial perdura unos años siendo adquirida por Monsanto convirtiéndose en Seminis.

¹²⁴ Ver: <http://www.deltapine.com/Pages/home.aspx>.

¹²⁵ Ver: <http://www.advantasemillas.com.ar/#/prehome>.

- KWS AG (producción de cereales como trigo, soya entre otros a nivel mundial).

Estas empresas comercializan productos biotecnológicos, pero su producción es desarrollada en el extranjero. Monsanto, Dupont, Delta Pine Land son transnacionales estadounidenses mientras que Syngenta es española, Dupont francesa, Aventis alemana, Pulsar única mexicana en este tipo agroindustrial, fue adquirida por Monsanto convirtiéndose en Seminis productora de semillas vegetales productora, comercializadora e importadora de hortalizas. Bayer Cropscience y Dow nació de la fusión con Aventis filial alemana, y Sakata es trasnacional japonesa.

Estas once empresas son las máximas promotoras agrobiotecnológicas en su país además cuentan con diversas filiales en el mundo. En la tabla 6 se enlistan los productos que producen y el lugar donde están establecidas.

Antes de seguir con las filiales es necesario mencionar que Monsanto es la empresa creadora de la tecnología “terminator” o semillas estériles, es decir semillas que no producen descendencia viable para otros cultivos, después de ser sembradas no pueden volver a plantarse. Situación que es alarmante para los agricultores estadounidenses por los posibles efectos en la tierra donde se cultiva que puede tener usar este tipo de semillas además de volverse dependientes de estas semillas ya que solo pueden ser tratadas con los químicos y fertilizantes elaborados por las empresas que les venden las semillas.

Otro de los productos de Monsanto es la semilla *Bt*¹²⁶ que funciona como plaguicida natural, es decir es una proteína que perfora el revestimiento estomacal de las plagas evitando que coman las plantas. Para que produzca efecto insecticida debe ser ingerida por los insectos susceptibles a la proteína, no es tóxica pero para lograrlo deben darse ciertos procesos que se dan en determinado

¹²⁶ Bacillus Turinghiensis. Bacteria que produce sustancias tóxicas para los insectos. Las semillas transgénicas albergan en su interior células de esta bacteria actuando como plaguicida con tra cualquier bacteria o plaga.

Tabla 6 EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS TRANSNACIONALES

EMPRESAS	PRODUCTOS	PAÍS MATRIZ E IMPORTADOR	COMERCIALIZACIÓN
MONSANTO Y FILIALES (Asgrow, Calgene, Dekalb, Seminis Delta And Pine Land Company y semillas Cristian Burkard).	Semillas de sorgo, maíz, trigo, algodón, frutas y vegetales. Otro ramo es la producción de agroquímicos.	Matriz Estados Unidos, establecida en Europa, Asia, África, Norte, Sur y Centroamérica entre sus mayores importadores destacan México, Argentina, India, Brasil, Canadá y Australia.	Cereales (Kellogs, La Moderna y Maseca), frutas y legumbres en Centros Comerciales.
SYNGENTA y FILIALES (Brand Suffix).	Semillas de maíz, arroz, cebada y frutas hortícolas. Otro ramo fitoreguladores y bioline.	Matriz Suiza, establecida en 90 países como Reino Unido, México y China	Cereales y frutas.
DUPONT Y FILIALES (Pioneer).	Herbicidas y fungicidas para la protección agrícola. También se encuentra en el ramo eléctrico y textil.	Matriz Estados Unidos (origen francés), establecida en México y otros países.	Tiene sus propios Joint Ventures (vendedores y distribuidores) en diversos estados de la República.

BAYER CROPS AND DOW Y FILIALES (Aventis Crops Science) ADVANTA	Insecticidas y semillas vegetales. Girasol, maíz, sorgo y colza.	Matriz Alemania, establecida en Asia, Bélgica, Brasil, E.U., México y Canadá. Matriz Holanda, establecida en India, Australia, Argentina, Tailandia y Estados Unidos	Distribuidores agrícolas pertenecentes a la empresa. Cereales
SAKATA	Semillas de cereales y es cada vez mayor productor de vegetales como brócoli y chile.	Matriz Japón, establecida en Europa, Sudáfrica, América, México y Sudamérica	Distribuidoras agrícolas mexicanas en diversos estados del norte sur y centro de la República.
GROUPE LIMAGRAIN	Semillas de cereales y hortalizas.	Matriz Francia, establecida en 40 países europeos, Chile, India y China.	Distribuidores agrícolas integrados.
KWS AG	Semillas de trigo y soya.	Matriz Alemania, establecida en Europa y Asia.	---

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación "El Protocolo de Cartagena como instrumento regulador de Organismos Vivos Modificados. El caso de México y la importación de maíz transgénico proveniente de los Estados Unidos de América", p. 70-71.

tipo de insectos y para ello el insecto debe tener una digestión alcalina para que la proteína *bt* se solubilice. Aunque no es tóxica para los mamíferos porque su digestión es ácida, sus efectos pueden ocasionar alteraciones en la genética de las plantas una de ellas es la creación de supermalezas.

Esta empresa tiene por filiales a Asgrow, Calgene, Dekalb, Seminis, Semillas Cristian Burkard¹²⁷ (dedicadas a la agrobiotecnología), cuenta con filiales en plaguicidas. Pioneer semillas e inoculadores es filial de Dupont, Brand Sufix es marca de Syngenta una de sus filiales es Syngenta Crop Protection, Bayer Crops Science and Dow tiene por filial Aventis Crops Science. Cada una de ellas es productora de agroquímicos, herbicidas manipulados con ingeniería genética para cultivos y productora de semillas mejoradas¹²⁸ como maíz, soya, trigo, algodón en Estados Unidos y en países como Argentina, Brasil, Canadá y Australia.

Estas empresas se han desarrollado por un mayor impulso en I+D y han logrado introducir al mercado nacional diversos productos, desde agroquímicos para los cultivos de agricultores, productos perecederos hasta semillas mejoradas genéticamente para sembrarse, proteger y alargar el tiempo de los organismos vivos modificados (OVM)¹²⁹. El objetivo de estas empresas es ser “proveedores de tecnologías y productos para la agricultura para mejorar la calidad del campo y la calidad de la alimentación”¹³⁰. Según ellos usar la biotecnología es lo más adecuado para evitar la sobreexplotación de la biodiversidad para tener tierras cultivables, de este modo se obtiene también “calidad, mayor rendimiento, mejor nutrición y una reducción considerable de costos”¹³¹ en la producción debido a las características mejoradas de las plantas.

¹²⁷ Boletín CIEPAC. Los transgénicos en México, SanCristóbal de las Casas, Num. 238, 06 de abril de 2001.

¹²⁸ Bernal E. Valverde. Manejo de la resistencia de los herbicidas en los países en desarrollo. Véase documento electrónico en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s0h.htm>.

¹²⁹ Concentración del poder corporativo:2003. Comunicado No. 82 Grupo ETC. Grupo de acción sobre erosión, tecnología y concentración. Véase documento electrónico en: <http://www.docstoc.com/docs/54828840/Oligopolio-SA-Concentración-del-poder-corporativo-2003>.

¹³⁰ Monsanto. Véase documento electrónico en: <http://www.monsanto.com.mx/>.

¹³¹ Monsanto. Véase documento electrónico en: <http://www.monsanto.com.mx>.

Monsanto y Syngenta son las dos grandes empresas agrobiotecnológicas en semillas mejoradas de canola, soya, algodón, arroz, papa y principalmente maíz que importan a países como México y Sudamérica, logrando ventas por US 3000 millones de dólares en 2001¹³² lo que demuestra su no tan desinteresado plan por ofrecer su biotecnología a países desarrollados como México. En ese mismo año Estados Unidos representado por la empresa Monsanto el mayor productor de transgénicos tenía el 68% de cosechas transgénicas a nivel mundial y continuaba expandiéndose. El cultivo más extendido era la soja con 48.4 millones de hectáreas, le seguían el algodón y colza con 7.2% y con 3.6% el maíz.

Las empresas además de hacer ver como algo necesario la utilidad de la biotecnología cuentan con una infraestructura económica, de investigación, e incluso gubernamental para hacerlo. En la mayoría de transnacionales extranjeras su avance se debe “a los programas orientados a reforzar las capacidades tecnológicas empresariales, subsidiando y promoviendo investigaciones conjuntas entre universidades y la industria en materia de desarrollo tecnológico”¹³³ quizá esta es una diferencia entre las empresas nacionales y las extranjeras.

A pesar de esta situación como menciona Greenpeace¹³⁴ hay empresas mexicanas de las cuáles se observa cómo han evolucionado sus métodos tradicionales por métodos biotecnológicos. La relación con empresas transnacionales o su fusión ha permitido que den el paso de una tecnología básica a una modificada produciendo cultivos biotecnológicos en el campo teniendo como resultado semillas de organismos vivos modificados hechos con un gen adicional o bien cultivos de hortalizas como el jitomate, la papa, la soya y el algodón han sido mejorados genéticamente¹³⁵ por estas empresas de forma cuantitativa y cualitativa

¹³² Remítase a la nota 103.

¹³³ Arriola, Joaquín. *Conocimiento, tecnología y crecimiento*, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, 2004, p.140.

¹³⁴ GREENPEACE es la organización ambientalista más reconocida, decidida y audaz en la defensa del medio ambiente en el mundo. No recibe dinero de gobiernos, empresas, iglesias ni partidos políticos. Es una organización de la gente, que busca incidir en políticas públicas, involucrar e inspirar cambios y por la que constantemente transitan voluntarios, socios, activistas y ciberactivistas.

¹³⁵ Véase nota 21.

para mejorar su apariencia física en el mercado logrando con ello una apertura económica superior.

El caso del grupo empresarial Gruma (Maseca) y La Moderna son ejemplos de inserción en el mercado trasnacional, su estrategia se basa en tecnología de punta propia, calidad en productos, acopio del maíz (Maseca), o cultivos de hortalizas (La Moderna) su transformación en harina, su fabricación y distribución, las llevó a tener ventas por 6,526 millones en 2005. Hasta esa fecha no entraba en la estrategia de mercado la apertura comercial de importar maíz de Estados Unidos a menor costo situación que se dio a conocer en 2006¹³⁶.

En ese año comenzó una mayor importación de maíz transgénico y de ahí a mayores cantidades en años posteriores. Sin duda la ratificación de México en el Protocolo de Cartagena debió haber frenado las importaciones del maíz transgénico y de cualquier uso a la biotecnología sin embargo sucedió lo opuesto. La biotecnología no sufrió cambio alguno en su producción o desarrollo, las investigaciones en el campo de la genética continuaron con el desarrollo de mapas genómicos de diversos productos de consumo como el arroz, mencionado en párrafos anteriores, para ser importado y cultivado por las empresas productoras.

La entrada del Protocolo en México no afectó las utilidades de las empresas antes mencionadas como grupo Maseca ya que GRUMA registró un crecimiento de 135% a finales del 2002. Transnacionales como Monsanto continuaron su incremento en investigaciones biotecnológicas hacia “el genoma del arroz incrementando sus cultivos a países como India, Argentina, Brasil y Sudáfrica ampliándose a 6.2 millones de hectáreas en 2007”¹³⁷ pese a las sugerencias establecidas por el mismo Protocolo de mantener bajo vigilancia todo organismo vivo modificado en los países integrantes como México.

¹³⁶ Véase nota 21.

¹³⁷ Véase nota 133.

Empresas como Syngenta después de la entrada del Protocolo inicia en colaboración con la empresa Diversa Corporation (dedicada a la ciencia biológica) un proyecto enfocado al mapa del genoma del arroz optimizando con el programa SAP los procesos de negociación teniendo por resultado el lanzamiento de la primera variedad híbrida de granos de cebada llamada *Coloso* en el 2003.

Por otra parte Bayer CropScience and Dow un año después de la ratificación del Protocolo en 2001 adquiere Aventis CropScience e inaugura dos años después una nueva planta biotecnológica en Bélgica creando nuevos insecticidas sin ninguna restricción al uso de estos productos. A su vez Delta and Pine Land Company siendo la compañía aldonera biotecnológica más grande es adquirida por Monsanto en 2006 para operar en conjunto un programa de semillas de algodón modificado genéticamente.

Observando las actividades de las empresas los años posteriores a la entrada en vigor del Protocolo de Cartagena en México puede denotarse que estas transnacionales no sufrieron ninguna sanción por el uso de biotecnología ni por importar organismos vivos modificados genéticamente destinados para consumo humano y animal como lo informó en un boletín la CIEPAC¹³⁸ en el cual hace referencia a la importación del maíz transgénico a México y su aumento sustancial en los siguientes dos años.

En el 2004 en México se constata este hecho con el aumento a 7.4 millones¹³⁹ de toneladas de maíz transgénico proveniente de Estados Unidos de su mayor empresa biotecnológica Monsanto. Si el Protocolo hubiera tenido el efecto de controlar la importación de organismos genéticamente modificados las importaciones del maíz transgénico Monsanto serían menores a la cantidad señalada sin embargo se acrecentaron. Esta situación demuestra la eficiencia del

¹³⁸ El maíz transgénico en México, la contaminación genética de tierras indígenas. 13 de abril de 2005, Núm. 461. Consultar : <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=461>.

¹³⁹ Remítase ref. 135.

mismo Protocolo como regulador de la importación y exportación de organismos vivos modificados.

En México la biodiversidad es parte del desarrollo de su biotecnología sin estepreciado material genético requerido por la biotecnología nuestro país no sería un productor de biotecnología ni consumidor de la misma. Sin embargo lo que puede considerarse fuente de una gran riqueza biotecnológica también puede ser el mayor obstáculo para México en la protección a su diversidad local.

Retomando un subtema anterior México cuenta con la mayor diversidad local en plantas silvestres, fauna, litoral acuático y otras especies exóticas en peligro de extinción que lo distinguen como un país mega diverso. Estas especies nativas como el maíz, del cual es centro de origen y productor México, pueden verse afectadas con la polinización o entrecruzamiento de las especies locales con el maíz transgénico. La razón es porque esta planta tiene como recurso natural la capacidad de polinizarse con otra de su especie lo que origina que se pierda su condición natural como maíz puro al cruzarse con un maíz modificado genéticamente afectando la diversidad silvestre y el entorno de su medio ambiente.

La biotecnología utilizada en el medio ambiente sin control puede ocasionar daños a la biodiversidad debido a que la naturaleza misma sufre de transformaciones naturales en su estructura genética aunado a su propia naturaleza de cada organismo vivo si se manipula genéticamente no se saben los efectos que puedan ocasionar al medio ambiente. Algunas organizaciones no gubernamentales ONG como Greenpeace han realizado estudios para conocer los efectos de los transgénicos liberados al medio ambiente entre los que destacan la pérdida de diversidad local, cambios en la tierra donde se cultiven organismos genéticamente modificados causando esterilidad o descontrol de plagas resistentes a insecticidas derivado de los organismos vivos modificados con genes herbicidas para controlar las plagas.

Esta situación es la que no han tomado en cuenta las empresas creadoras de biotecnología ni los institutos de investigación en México interesados en desarrollar biotecnología sea para beneficio propio o como lo quieren hacer ver como una oportunidad para brindar a México la capacidad de crear su propia biotecnología aprovechando sus recursos genéticos y ser un país desarrollado biotecnológicamente sin importar las consecuencias de ese desarrollo aún a costa de la propia pérdida de la biodiversidad mexicana.

Para estudiar más a profundidad este tema en el siguiente capítulo se expone con mayor amplitud los efectos al medio ambiente derivados del consumo y producción de la biotecnología exponiendo el caso de un organismo vivo modificado, el cual es el centro de origen mexicano además de una muestra de cultura tradicional indígena, el maíz.

CAPITULO 3

3.-EL CASO DE LA IMPORTACIÓN DE MAÍZ TRANSGÉNICO A MÉXICO

En este capítulo se desarrollarán los posibles efectos del uso de la biotecnología en la biodiversidad local mexicana, derivado de la importación de maíz *bt* proveniente de Estados Unidos y sus efectos en el caso del maíz natural llamado *teocintle* . Para efectos del tema a desarrollar se decidió enfocarme en los efectos de la importación del maíz organismo vivo modificado y no en las causas de su importación ya que existen otros autores que ya han expresado los motivos de esta importación y los cuales son inherentes al tema que se toca en esta tesina debido a que la temática central se basa en la revisión de un Protocolo de carácter ambiental y las consecuencias a la biodiversidad y no a la autosuficiencia alimentaria.

El objetivo del siguiente capítulo es desarrollar la importancia del maíz natural mexicano como centro de biodiversidad local para comprender la preocupación de los Organismos No Gubernamentales sobre la importación, uso y consumo que se le da al maíz organismo vivo modificado para descubrir los efectos de esta importación sobre la diversidad de maíz local y así entender la importancia del Protocolo de Cartagena como instrumento de protección a la biodiversidad y saber las consecuencias que recaerán en México de no seguir las reglamentaciones establecidas en él.

3.1-Panorama general de la importación del maíz organismos vivo modificado (*Bacillus thuringiensis*) proveniente de Estados Unidos a México

En 2001 la balanza agroalimentaria fue negativa ya que se compró más de lo que se exportó por una diferencia de 2, 148 millones de dólares. Desde ese año hasta el 2006 las importaciones de semillas modificadas se incrementaron aproximadamente a 6 millones de toneladas. Esta situación se fue desarrollando

por la falta de producción de maíz blanco (*Zea Mays*) en México lo que originó la importación de maíz proveniente de Estados Unidos.

Como es sabido en Estados Unidos solo se produce maíz modificado, especialmente maíz amarillo de tipo dulce, dentado, ceroso o harinoso y blanco aunque este último en menor cantidad, por lo tanto sus exportaciones a México son modificadas. Desde 1994 este país ha producido organismos vivos modificados comenzando con hortalizas hasta semillas mejoradas como la soya, maíz, y arroz siendo el primer país productor de semillas mejoradas. Uno de los principales importadores de maíz modificado de Estados Unidos es México, la mayor cantidad de toneladas de maíz amarillo son traídas a nuestro país siendo su principal destino los estados de Jalisco seguido por Querétaro, Estado de México, Sonora, Durango y Veracruz¹⁴⁰.

De acuerdo a la solicitud de liberación al ambiente “actualmente se importan de Estados Unidos más de 10 millones de toneladas de grano de maíz anualmente (aproximadamente el 80% son granos modificados), los cuáles son utilizados para uso pecuario y agroindustrial en México y no se ha registrado ningún riesgo para la salud de la población mexicana”¹⁴¹, ciertamente todavía no se ha registrado caso alguno con certeza de daño en la salud humana pero es una duda constante en el consumo del maíz modificado. Lo que puede demostrarse es el continuo aumento de estas importaciones como puede verse en la tabla 7.

¹⁴⁰ Datos obtenidos de la Solicitud de permiso de liberación al ambiente. Anexo 1 Razones y motivos del experimental. Véase en: <http://npc.encuentra.www.gob.mx/resultsAPF.html?q=destino%20de%20las%20importaciones%20de%20maiz%20transgenico%20proveniente%20de%20estados%20unidos&client=sagarpa>.

¹⁴¹ Véase nota 136.

**TABLA 7: IMPORTACIÓN DE GRANOS FORRAJEROS PARA LA INDUSTRIA
EN EL PERIODO DE 2001-2009**

AÑO	MAIZ AMARILLO ton.	MAIZ QUEBRADO
2001	2,894,000	863,000
2002	3,230,000	2,030,000
2003	3,340,000	2,685,000
2004	3,207,000	2,301,000
2005	3,260,000	2,757,000
2006	5,129,000	3,203,000
20072008 en México	5,300,000	-
2008	7,200,000	**
2009	6,300,000	-

Fuente: CONAFAB 1 **Los aranceles del maíz fueron eliminados en 2008 en México

Es importante señalar que México es el centro de origen de diversidad del maíz. Cuenta con cuatro millones de productores con una producción total de 90% en maíz blanco, sin embargo la producción de maíz ha decaído lo que provocó el aumento desmedido de la importación de maíz amarillo estadounidense. El problema de fondo de la situación de México responde como dice UNORCA¹⁴² “a una carencia de políticas agrícolas sin existir metas de producción”¹⁴³ es decir, si México no impulsa el beneficio en los campos agrícolas mejorando los procesos de producción para los campesinos productores, es lógico que la producción de maíz descienda originando una crisis agrícola.

¹⁴² Unión Nacional de Organizaciones Regionales Campesinas Autónomas de México.

¹⁴³ UNORCA. Monsanto, crisis alimentaria y maíz en México. Documento electrónico en: <http://ewwaunel.wordpress.com/2011/04/14/monsanto-crisis-alimentaria-y-maiz-en-mexico/>.

En un artículo publicado por el CECCAM¹⁴⁴ se comentó que esta falta de políticas agrícolas se debía al interés que tiene el mismo gobierno “por financiar parte de la industrialización y el desarrollo del país con productos agrícolas pagados por debajo de su valor”¹⁴⁵, lo que afirma que para México resulta más costoso el apoyo a los cultivos, producción y comercialización del maíz blanco natural nacional, lo anterior se ve reforzado en un artículo publicado por el CECCAM donde el gobierno argumenta que “no hay fondos para promover el campesinado”¹⁴⁶ por lo tanto la vía elegida es la entrada de millones de toneladas de maíz importado para subsanar la demanda de producción de maíz aunque en el artículo no se justifica el porqué de esta decisión.

En un boletín emitido por la CIEPAC¹⁴⁷, el Organismo No Gubernamental (ONG) comenta que “EU ocupa el primer lugar en exportaciones de maíz Bt controlando el 76% del mercado, gracias a que lo vende a un 20% por debajo del costo de producción por el subsidio gubernamental”¹⁴⁸, siendo México su principal importador lo que resulta sorprendente porque nuestro país “es centro de origen”¹⁴⁹ de diversidad del maíz como dice la ONG *Semillas de vida*¹⁵⁰.

¹⁴⁴ Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano. Punto de enlace, intercambio de experiencias e investigación al servicio de organizaciones campesinas e indígenas de México y otros países, que a pesar de diferencias culturales, geográficas y de sistemas económicos y políticos, comparten y enfrentan los retos que la modernización plantea a la sociedad rural. Es fundadora de la red En defensa del Maíz, única organización de la sociedad civil que incursiona en el terreno científico especializado en OGM y coloca los resultados de sus investigaciones al alcance de los campesinos e indígenas.

¹⁴⁵ Ceccam. Políticas Agrícolas. Documento electrónico en: <http://ceccam.indexweb.com.mx/>. Consultado el día 12 de Noviembre de 2011.

¹⁴⁶ Véase ref. 128.

¹⁴⁷ Centro de Investigaciones Económicas y Políticas de Acción Comunitaria. Es una organización civil que acompaña a los procesos sociales de Chiapas, México. Mesoamérica y a las luchas globales que buscan la construcción de un mundo más democrático, con justicia y dignidad para todos los pueblos. El trabajo principal de CIEPAC se centra en la investigación, educación, información, formación, capacitación y análisis, con el objetivo fundamental de que todo ello sirva para la toma de decisiones y el accionar de las organizaciones sociales, civiles, religiosas, de base, y de comunidades particularmente indígenas. Consultar página: <http://www.ciepac.org/apoyos/quienessomos.php>. Consultado el día 12 de Noviembre de 2011.

¹⁴⁸ Boletín CIEPAC. ¿Quién pierde y quién gana?, Núm. 330, 29 de Enero de 2003. Consultar: <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=330>.

¹⁴⁹ CONACYT. Revista Ciencia y Desarrollo, Volumen 32, México, Febrero de 2007, p.1.

¹⁵⁰ Asociación Civil de ciudadanos convencidos de la importancia que tiene la alimentación para la salud, por ello estamos interesados en la forma en que se producen nuestros alimentos. Se ocupa de apoyar la agricultura sustentable, en especial el conocimiento, la conservación y el mejoramiento de las razas del maíz

La entrada de estas importaciones es hecha a través de DICONSA¹⁵¹, la cual se creó después del cierre de CONASUPO en 1998. DICONSA permite la entrada de las importaciones de maíz amarillo sin restricciones o control alguno a las importaciones de maíz transgénico, almacenando el maíz en bodegas junto al maíz natural (*Zea Mays*), destinado a consumo humano para posteriormente distribuirla para su venta en el país.

Haciendo un análisis de lo antes mencionado se entiende lo que informa *Semillas de Vida* en uno de sus artículos titulado “*México y el maíz*”, informa que las “políticas gubernamentales hacen que aumente la importación de maíz”¹⁵² hecho constatado en la entrada cada vez mayor de maíz amarillo y maíz blanco solo por su “bajo costo”¹⁵³.

Si bien el costo es bajo, se importa más maíz amarillo Bt y no blanco Bt, porque si se importa más maíz blanco se duplicaría el valor de costo y se pagaría sobreprecio por petición, situación poco beneficiosa para México debido a que si en el 2000 se perdieron 479 millones 782 mil dólares por la entrada de maíz amarillo Bt se perdería el doble con la entrada de maíz blanco afectando no solo la biodiversidad de maíz mexicano por ser maíz modificado, también repercutiría económicamente.

mexicano. Consultar: http://www.semillasdevida.org.mx/quienes_somos.htm. Consultado el día 12 de Noviembre de 2011.

¹⁵¹ Empresa de participación estatal mayoritaria que pertenece al Sector Desarrollo Social. Tiene el propósito de contribuir a la superación de la pobreza alimentaria, mediante el abasto de productos básicos y complementarios a localidades rurales de alta y muy alta marginación, con base en la organización y la participación comunitaria.

¹⁵² Semillas de Vida. Documento electrónico en: http://www.semillasdevida.org.mx/noticias_4.htm. Consultado el día 12 de Noviembre de 2011.

¹⁵³ Véase nota 126.

3.2- Reseña del maíz natural, sus características y diferencias entre el maíz local mexicano y el maíz bt

El maíz es históricamente el producto más representativo en México. Siglos de selección artificial llevaron a los pueblos mesoamericanos a cultivar la mazorca. En México el maíz se creó a partir de la domesticación del *teocintle* y hasta la fecha existe en el país una gran diversidad genética gracias a los pueblos indígenas. Desde entonces los productores mexicanos se han beneficiado de la tierra y la naturaleza.

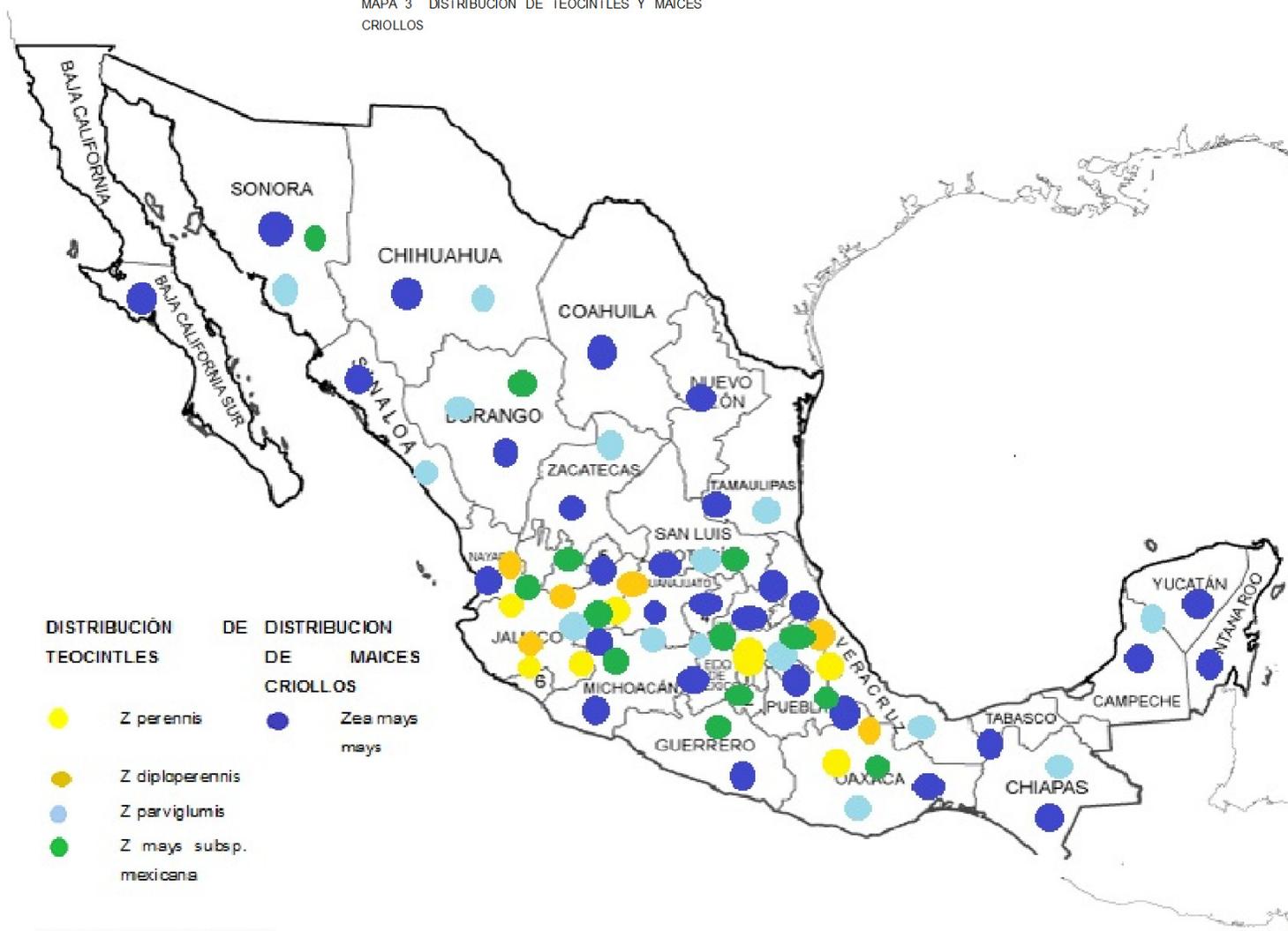
Considerado un invento del hombre, esta planta fue domesticada por los antiguos habitantes de Mesoamérica a partir de especies silvestres específicamente del *Teocintle*, una pequeña mazorca con pocos granos del que fueron generando mazorcas más complejas y el cual es cultivado en diversas regiones del país teniendo 53 razas de maíz y 16 mil variedades más de entrecruzas (Véase mapa 3). El más producido en México es el maíz blanco con un 70 a 90%¹⁵⁴ de consumo y sus estados productores son Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Chiapas, Guerrero, Estado de México, Guanajuato, Veracruz y Puebla. Le sigue el maíz amarillo y se encuentra en Chihuahua, Jalisco, Tamaulipas y Chiapas.

Hace aproximadamente 5,000 o 7,000 años se comenzó el cultivo del maíz mediante selecciones y cruces entre maíces. Se crearon “razas y especies que podían adaptarse a los más diversos climas, altitudes y necesidades”¹⁵⁵.

¹⁵⁴ Artículo “Situación actual y perspectivas de maíz en México 1996-2012”. Documento electrónico en: <http://www.financierarural.gob.mx/>

¹⁵⁵ México y el maíz. Documento expuesto por la ONG *Semillas de Vida*. Remítase a la nota 118.

MAPA 3 DISTRIBUCIÓN DE TEOCINTLES Y MAICES CRIOLLOS



Fuente: Comisión Nacional de Biodiversidad 2001

A través de los años los campesinos fueron mejorando y desarrollando técnicas para la siembra del maíz. El mejoramiento campesino o mejoramiento autóctono fue el procedimiento mediante el cual constantemente los campesinos observaban las mejores características de sus cosechas tales como adaptabilidad, rendimiento, resistencia a sequía guardando semillas para cruzar las plantas y obtener mejores variedades.

La adaptabilidad del maíz lo hizo un producto ideal para enfrentar los cambios climáticos pues se reconoció su amplia resistencia a la sequía. Pero no solo era un alimento que se consumía. Para los antiguos mexicanos, el maíz era la materia misma con la que el género humano fue creado, siendo un principio importante y esencial de la cosmovisión de los pueblos indígenas.

Para los mexicanos como dice Gloria López¹⁵⁶ “el maíz sigue siendo un dador de vida y un elemento fundamental de identidad. El Maíz ha sido fuente de vida espiritual y material. Hoy en este siglo XXI, este cereal es en México historia, es leyenda, es tradición y está vivo”¹⁵⁷. El maíz es parte de las raíces del pueblo mexicano nuestra cultura nace de nuestros antepasados aztecas y el maíz es el símbolo de milenios de nuestra civilización.

El maíz que se consume en México se produce aplicando tecnologías de gran racionalidad ecológica, además que no se cultiva solo sino en una parcela de tierra llamada milpa, donde también se cultivan otros productos tales como calabaza, frijol, chiles, quelites interactuando unos cultivos con otros. Cabe mencionar otro proceso heredado por nuestro pueblo indígena, “la

¹⁵⁶ Maestra en Literatura por parte de la UNAM. Posgraduada del Colegio de México. Ha fungido como funcionaria por parte de la UNESCO, fungió como Directora del Conaculta y actualmente es Presidenta del Conservatorio de la Cultura Gastronómica Mexicana.

¹⁵⁷ México y el maíz. Documento electrónico. Remítase nota 124.

*nixtamalización*¹⁵⁸ que es una tecnología que enriquece sustancialmente las cualidades del maíz.

Con todo lo antes mencionado se puede entender porqué México es considerado “*el centro de origen del maíz*”. Como centro de origen tiene la función de ser una reserva de germoplasma ante eventualidades de plagas, enfermedades, ciclones, terremotos u otros contratiempos del medio ambiente. Como es sabido la diversidad genética existente en países que son centros de origen “permite el desarrollo continuo de variedades con capacidad de defensa contra las plagas y tolerancia a factores climáticos como la sequía”¹⁵⁹. Por lo tanto México es una muestra irreparable de material genético del maíz en el mundo.

De acuerdo a un artículo publicado por Greenpeace, desde 2001 y probablemente algunos años atrás México ha importado más de 6 millones de toneladas de maíz cada año de lo cual 45% es maíz transgénico¹⁶⁰. Lo más desconcertante como menciona Greenpeace es que se desconocía que fuera maíz genéticamente modificado (OVM) lo que se transportaba de Estados Unidos. Datos proporcionados por el CIEPAC informaron que fue en el 2004 cuando nuestro país autorizó la entrada de 6 variedades de maíz transgénico para fines de alimentación, forraje y procesamiento en una mezcla de variedades autorizadas y no autorizadas¹⁶¹.

La importación de maíz ha provocado la reducción de precios del maíz a los productores nacionales y sus cultivos al 50% así como los subsidios al campo en un 30%. A partir del 2004 el maíz blanco importado se destinó como alimento de

¹⁵⁸ Proceso mediante el cual se cuece el maíz mediante la reacción físico-química que se produce al añadir cal viva al agua en que se remojo el maíz, esta reacción genera calor contribuyendo a suavizar y desprender la cascarilla del maíz. La nixtamalización hace más digeribles las proteínas del maíz y permite disponer de la niacina que se encuentra en el grano, lo que impide enfermedades como la pelagra. Además la cal agrega calcio asimilable de ahí que los mexicanos cobraran fama por sus bellas dentaduras.

¹⁵⁹ México y el maíz. Documento electrónico expuesto por “*Semillas de Vida*”. Remítase a la nota 118.

¹⁶⁰ Transgénicos en mi mesa NO. En cuesta sobre alimentos transgénicos Sigmados, Septiembre de 2005. Véase nota 21.

¹⁶¹ Este hecho se confirma con la autorización de otros productos para alimentación como la soya, jitomate y canola y el de 31 transgénicos en el 2006 para consumo humano y animal. Datos obtenidos de Greenpeace en “Transgénicos en mi mesa NO”. Remítase a la nota 119.

consumo humano no solo para tortillas sino como maíz quebrado aunque este último no paga arancel considerándose hasta ilegal¹⁶².

México importa millones de toneladas de maíz *Bt* (*bacillus thuringiensis*), cultivado en Estados Unidos, en cantidades naturales esta bacteria es inofensiva pero no se puede decir lo mismo del *Bt* transgénico. En un boletín emitido por la CIEPAC informa que “la variedad transgénica del *Bt* está en las hojas, tallos, plantas, por largo tiempo independientemente si hay o no peste o plaga”¹⁶³. En el caso de las cosechas puede llegar a perdurar hasta 234 días después de la cosecha contaminando lo que se siembre.

El maíz natural llamado (*Zea mays*) es una gramínea caracterizada por poseer tallos en forma de caña macizos en su interior a diferencia de otras variedades. Destaca principalmente por su inflorescencia femenina llamada mazorca, en donde se encuentran las semillas o también llamados granos de maíz agrupadas a lo largo de su eje. La mazorca está cubierta por brácteas de color verde y textura papirácea y termina en una especie de penacho de color amarillo oscuro.

Esta especie como dice el Dr. Omar Pantoja¹⁶⁴ es una especie propia de México como centro de origen de esta planta que propiamente aporta carbohidratos su principal rasgo es su forma tan peculiar de cultivarse únicamente en tierras cálidas.

En una entrevista realizada por la tesista al Dr. Pantoja se le preguntaron las características que hacen diferente al maíz importado *Bt* del mexicano, comentó que la estructura del maíz modificado genéticamente es similar a la del natural

¹⁶² Situación y perspectiva del maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo, Marzo 2004. Véase documento electrónico en: http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/grupo_tlcan/content/banco_datos/maiz/maiz1.pdf.

¹⁶³ CIEPAC. Contaminación transgénica del maíz indígena mexicano, Núm. 275, Enero 2002. Véase documento electrónico en: <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=275>.

¹⁶⁴ Dr. Omar Pantoja Ayala. Biólogo especializado en el área de Fisiología Vegetal. Investigador en el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Correo: omar@ibt.unam.mx.

excepto por los dientes o granos suelen ser un poco más chicos en el maíz *Bt*, su tamaño es ligeramente más grande que el del natural lo que hace mas discrepancia entre uno y otro es el sabor dulce y color amarillo del *bt* (llamado *swetcorn*), el cual no se produce en nuestro país.

De acuerdo a la información proporcionada por el Dr. Pantoja este tipo de maíz *bt* no es necesariamente dulce. En Estados Unidos el tipo de maíz amarillo que se produce es dulce, abriendo un paréntesis nos comentó que es el más utilizado para biocombustibles, pero también puede ser sinsabor depende del uso que se le asigne se le atribuye esta característica, es decir si es utilizado como alimento para enlatados, almidón, cereales, fructuosa debe ser dulce pero si es utilizado como harina no se le asigna sabor. Modificarlo genéticamente mejora la productividad pero todo depende del gen que se le modifique. Particularmente el tipo de gen que se agregue al organismo vivo modificado (OVM) repercutirá en su tamaño, forma y color.

Uno de los datos curiosos cuestionados al Dr. Pantoja fueron las posibles mutaciones en esta planta por ser transgénica, la probabilidad de deformarse por la aplicación de diversas técnicas de modificación en los genes. Su respuesta al respecto fue negativa, aclaró a la tesista que no existía evidencia física alguna de mutaciones en ningún organismo vivo modificado, aunque sí comentó las mutaciones naturales existentes en la misma planta por cuestiones de la misma naturaleza, hechos de los cuáles sí hay pruebas.

Hizo hincapié en que todo desarrollo depende del medio donde se cultiva, la etapa en la que se encuentre e incluso del stress en la planta. En cuanto a tiempo de maduración informó que es el mismo tiempo entre una y otra pero también depende del medio en que se cultive, es decir , comentó la gran influencia de la tierra, el aire, clima necesarios para el correcto desarrollo de la planta natural e incluso de la *Bt* o cualquier planta transgénica.

Las características de este maíz que tuvo a bien explicarle a la tesista el Dr. Pantoja permitieron conocer de qué manera aporta propiedades vitamínicas, nutrientes o proteínas esta planta. Si bien es cierto el maíz natural no aporta más que solo carbohidratos y calcio, comentó que no tiene casi aportaciones en proteínas, así como ninguna en aminoácidos. Esta planta en su estado natural y modificada tiene la misma cantidad de aportación calórica sin embargo también nos comentó que fue hallado en el caso del arroz menos propiedades vitamínicas pero aclaró que solo se trató de un caso de organismo vivo modificado (OVM).

3.3- Áreas de consumo del maíz natural y Bt en México

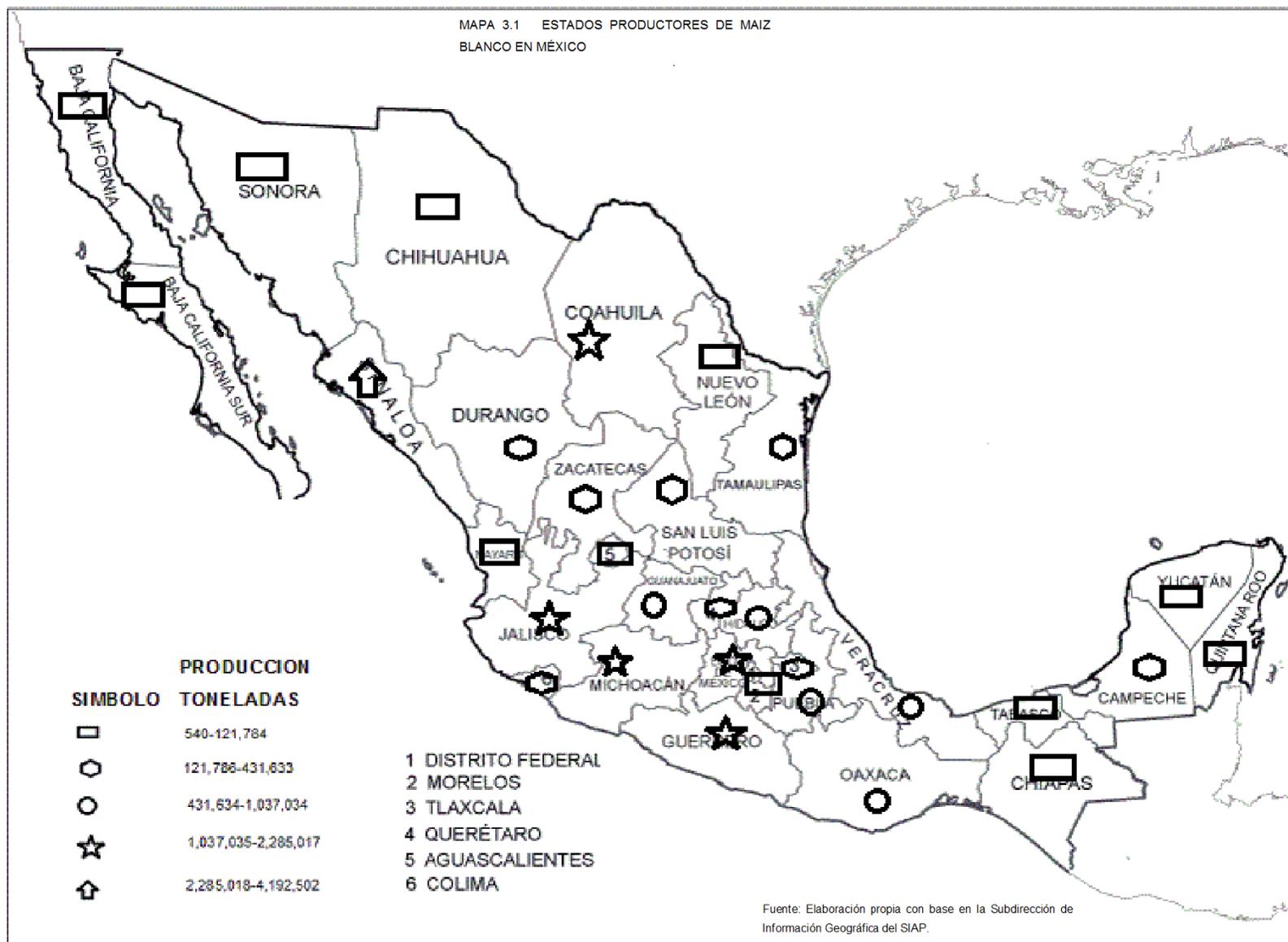
México es productor y consumidor de maíz blanco natural que se utiliza para elaborar tortillas y diversa clase de comida derivada de este producto, el cual representa el 55% de la alimentación mexicana y en menor cantidad se consume el maíz amarillo, ambos cultivados en México. Esta situación se puede observar en los siguientes mapas donde se indican los mayores estados productores de maíz blanco en México (Véase mapa 3.1) y se observan los estados productores de maíz amarillo siendo uno de los principales Chiapas (Véase mapa 3.2).

En referencia al párrafo anterior es importante mencionar que en México el consumo de tortilla es primordial en la dieta diaria del pueblo mexicano. En un artículo¹⁶⁵ publicado por Adelita San Vicente Tello¹⁶⁶ informa que México consume 300 millones de tortillas de maíz diarios lo que significa que la base primordial de la alimentación mexicana es el maíz. Con este indicador es obvio que la mayor cantidad de maíz blanco natural se destina a la producción de tortilla, mientras el otro porcentaje de maíz amarillo natural se destina al consumo no solo humano sino también animal.

¹⁶⁵ “Alternativas a la crisis de la tortilla”. Véase en: www.revistas.unam.mx/index.php/pde/article/download/.../26714

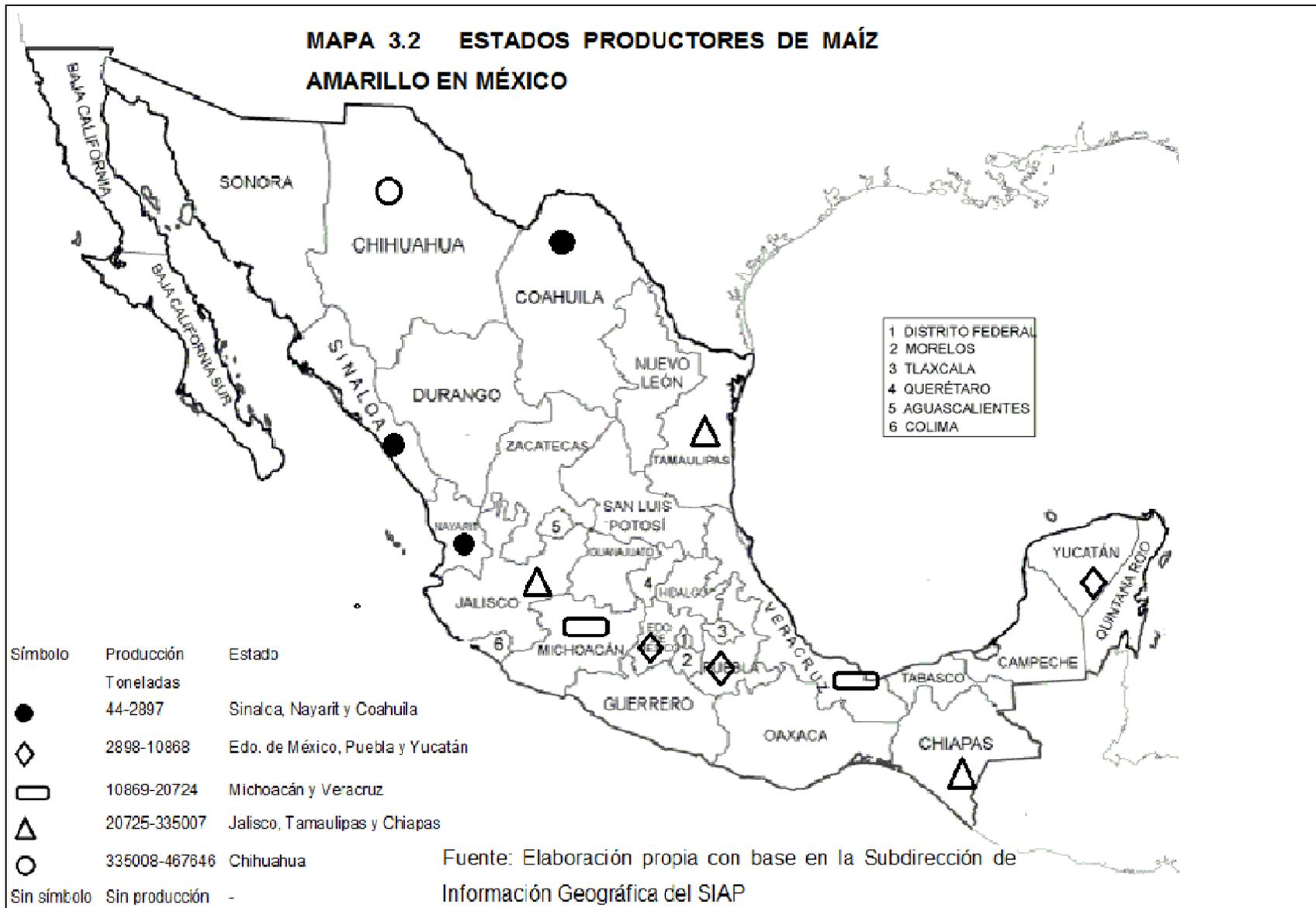
¹⁶⁶ Ingeniera Agrónoma asesora del área de desarrollo rural del grupo parlamentario PRD (Cámara de Diputados).

MAPA 3.1 ESTADOS PRODUCTORES DE MAIZ
BLANCO EN MÉXICO



Fuente: Elaboración propia con base en la Subdirección de Información Geográfica del SIAP.

MAPA 3.2 ESTADOS PRODUCTORES DE MAÍZ AMARILLO EN MÉXICO



El destino de la producción de maíz natural que consumen los mexicanos se ubica de la siguiente manera: maíz pozolero, maíz palomero, cacahuazintle, cada uno destinado a un uso diferente. El maíz blanco se utiliza para tortillas, el maíz amarillo es para engorda y para la elaboración de productos derivados. Algo que es muy diferente en otros países como Estados Unidos donde el principal tipo de maíz producido y consumido es el amarillo llamado *Bt* además de ser más barato que el blanco.

En el caso del maíz *Bt*, se destina para producir azúcar, fructuosa, cereales (este proceso se lleva a cabo por industrias de los cereales en EE.UU), otras empresas dedicadas a la venta de animales o productoras lo utilizan para alimentar a los animales, por lo tanto el maíz amarillo *Bt* es de uso pecuario sirve como alimento de engorda en animales como cerdos, gallinas, etc. También se utiliza en la industria de biocombustibles, también denominados combustibles ecológicos (biodiesel, bioetanol, etc), en este caso solo se utiliza exclusivamente maíz amarillo.

La industria del almidón también utiliza 2.1 millones de toneladas de maíz amarillo. El 90 o 95% de este maíz es importado, de la producción de este almidón se deriva otro producto: el aceite de maíz que corresponde al 3.5% al volumen total de maíz utilizado¹⁶⁷. La producción de almidón corresponde al 55% del total de maíz *bt* importado a México “utilizado en panificadoras, pastelerías, chocolates”¹⁶⁸, etc. Es del almidón donde se obtiene la fructuosa “en forma de jarabe de maíz con una densidad del 45 al 60% utilizado principalmente en la industria refresquera, después en la farmacéutica, cervecera, en la de papel y cartón”¹⁶⁹. Como puede observarse casi todos los alimentos industrializados contienen algún derivado de

¹⁶⁷ Situación y perspectiva del maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo, Marzo 2004. Véase documento electrónico en:

http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/grupo_tlcan/content/banco_datos/maiz/maiz1.pdf.

¹⁶⁸ Artículo “Maíz Genéticamente Modificado”. Documento electrónico en: <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Maiz20Geneticamente20Modificado.pdf>.

¹⁶⁹ Remítase a la nota 142.

organismo vivo modificado (OVM), los mexicanos consumimos maíz modificado de una forma o de otra.

La industria de cereales, botanas y cerveza utiliza 500 toneladas de maíz *bt* de las cuales 300 son de importación incluyendo los “*grits*”¹⁷⁰, utilizado en la industria de cereales y botanas. Bachoco y Pilgrims Pride usa para la producción de alimento de pollo y huevo “4.5 millones de toneladas de maíz amarillo”¹⁷¹ y 2.3 millones de toneladas de maíz *bt* la usan otras industrias independientes acumulando un 76 por ciento de importación de maíz *bt* amarillo.

En un artículo publicado por el Dr. Sergio René Araujo Enciso¹⁷² se dio a conocer lo que Organismos No Gubernamentales como GREENPEACE ya habían argumentado, la harina utilizada para tortillas en México contiene “cierto porcentaje de maíz amarillo *bt*”¹⁷³ (55% de harina de maíz es amarillo) y la Dra. Amanda Gálvez¹⁷⁴ reafirma este consumo aseverando que “el maíz amarillo *bt* se ingiere mezclado con maíz blanco”¹⁷⁵ en alimentos preparados con este maíz. Otras industrias de alimentos (10%) lo utilizan como gluten, fibra, derivados químicos y proteína. Las áreas de consumo antes mencionadas denotan un incremento substancial de este maíz sin pensar en los efectos que este aumento puede generar en territorio nacional, los efectos en su consumo y en las deformaciones del maíz natural que pueden darse o las implicaciones que ya se están notando en la biodiversidad¹⁷⁶.

¹⁷⁰ Núcleo del grano de maíz, éste se vende de tamaño grande y casi polvo.

¹⁷¹ Remítase a la nota 133.

¹⁷² Asistente de Investigación en el Courant Research Centre <Poverty, Equity and Growth in Developing Countries> de la George-August-Gottingen Universität; y de la división de Política Agraria del Departamento de Economía Agraria y Desarrollo Rural de la George-August-Gottingen Universität. Contacto: saraujo@gwdg.de.

¹⁷³ “Análisis de transmisión de Precios entre los mercados de maíz mexicano y el mercado estadounidense: métodos lineales y no lineales”. Documento electrónico en: http://www.magrama.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REEAP/r229_39_78.pdf.

¹⁷⁴ Directora del Programa Universitario de Alimentos (PUAL) en la UNAM.

¹⁷⁵ “Hombres de Maíz. El dilema del maíz transgénico Etanol sin sacrificar el abasto de alimento”. Boletín Informativo de la Investigación Científica, de noviembre de 2007 año VII no. 80. Documento electrónico en: <http://www.cic-ctic.unam.mx/download/elfaro/elfaro80.pdf>.

¹⁷⁶ En una Solicitud para la siembra de maíz modificado genéticamente se dio a conocer los efectos alérgicos del maíz Starlink en seres humanos publicados por la EPA (Environmental Protection Agency).

3.4-Efectos de la siembra de maíz organismo vivo modificado para el maíz orgánico mexicano y demás biodiversidad

El 18 de septiembre de 2001 sucedió lo que se esperaba, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) confirmó lo que muchas organizaciones civiles habían comentado: la contaminación genética del maíz mexicano¹⁷⁷. El Dr. Ignacio Chapela de la Universidad de Berkeley descubrió la contaminación de maíz a raíz de una toma de muestras realizada entre octubre y noviembre del 2000 en la Sierra Norte de Oaxaca y de una tienda de Diconsa, comunicando esta situación al Instituto Nacional de Ecología (INE) y a la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).

El INE y CONABIO realizaron muestreos en Oaxaca y Puebla que le fueron entregadas al CINVESTAV y al Instituto de Ecología de la UNAM teniendo por resultado 15 de las 22 localidades que se tomaron muestras presentaban materia transgénica en Oaxaca y 11 localidades del Valle de Tehuacán en Puebla y Sierra Norte mostraban entre 3% y 13% de semillas contaminadas, sin embargo cuatro localidades mostraron niveles de contaminación significativamente más alto. El primero en Ixtepeji y Tlalistac, Valles Centrales, Nochixtlán en la Mixteca y Santa María Ecatepec en la parte sur de la Sierra de Juárez¹⁷⁸.

Como informa Greenpeace en un reporte “lo más preocupante es que esta contaminación se ha presentado en lugares de abastecimiento de semillas de maíz”¹⁷⁹ importadas y nacionales, lo que hace pensar que de seguir las importaciones del maíz Bt el centro de origen del maíz será contaminado completamente afectando la producción nacional de este grano y todo producto

Véase documento electrónico en: www.epa.gov/scipoly/sap/meetings/2001/july/julyfinal.pdf o bien en: cls.casa.colostate.edu/Cultivos_Transgénicos/sp_hotstarlink.html.

¹⁷⁷ CIEPAC. Contaminación transgénica del maíz indígena mexicano, Núm. 275, Enero de 2002. Remítase a la nota 137.

¹⁷⁸ Véase nota 138.

¹⁷⁹ Greenpeace. Reporte de contaminación transgénica 2006. Revisión anual de los casos de contaminación, cultivo ilegal y efectos negativos de organismos transgénicos, Febrero 2007. Véase nota 21.

que este en contacto con él. Debe recordarse que el maíz es un cultivo de polinización abierta donde el viento y los insectos transportan literalmente el polen hacia otras variedades¹⁸⁰ contaminando a sus parientes silvestres sin control alguno, sus efectos no son recuperables y pueden ser hasta permanentes.

En un artículo publicado el 18 de mayo de 2006 por la ONG “Foro en defensa del maíz” se informó que “la producción de maíz puede disminuir con el maíz transgénico”¹⁸¹ en vez de aumentar o bien puede suceder lo mismo que pasó con la semilla terminator, la semilla puede volverse estéril por la introgresión maíz-maíz transgénico esto se debe como informó el área de Genética del Colegio de Posgraduados del Estado de México “por el incremento constante de ADN con genes en forma de duplicaciones, trisomías, etc., lo cual frecuentemente forma aberraciones cromosómicas que causan semiesterilidad, además de otras anomalías fenotípicas que inducen malformaciones y reproducción defectuosa en los individuos”¹⁸² por lo tanto al haber diversos transgenes en el maíz producto de la misma contaminación del polen los maíces nativos se verían afectados destruyendo al maíz nativo porque son efectos no recuperables.

De acuerdo a investigaciones realizadas por el CIMMYT¹⁸³ se observa en el caso de las variedades con resistencia a herbicida, específicamente en el caso del maíz *Teocintle* considerado en algunas milpas una maleza invasora, “puede adquirir la capacidad de una resistencia a los herbicidas aumentando su capacidad de invasión. Otra posibilidad es la eliminación de maíz teocintle en zonas donde es

¹⁸⁰ Remítase a la nota 104.

¹⁸¹ Documento Consultado el día 18 de mayo de 2011 en: <http://endefensadelmaiz.org/No-al-maiz-transgenico.html>.

¹⁸² “Transgenic Varieties and Native Maize in Mexico”. Véase documento electrónico en: <http://www.colpos.mx/asyd/volumen1/numero2/asd-02-027.pdf>. Consultado el día 28 de Noviembre de 2011.

¹⁸³ Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo. Ofrece a los agricultores de los países en desarrollo opciones para incrementar su seguridad alimentaria y su calidad de vida mediante nueve productos distintivos entre los que figuran herramientas de investigación, sistemas de producción y capacitación aplicada al cultivo de maíz y trigo.

más escaso, perdiéndose una fuente de variedad genética¹⁸⁴ en cuestión a la diversidad biológica que a nivel de variedades presenta *Zea mays* en México.

Una constante introducción de semillas transgénicas capaces de dejar descendencia fértil puede llevar a la larga a un estrechamiento de la diversidad genética en nuestro país, la base sustentable del cultivo mexicano: el maíz. Las variedades existentes se pueden extinguir o incluso volverse vulnerables a ciertas plagas o factores ambientales como sucedió en cierta etapa con las “*semillas terminator*”¹⁸⁵. Con este ejemplo se puede decir que el maíz transgénico pone en peligro la diversidad de razas del maíz y de sus parientes silvestres por la posible reducción de la diversidad existente.

Desde la primera importación de transgénicos ha habido dudas sobre la seguridad de estos alimentos, lo que ha llevado a diversos países de la Unión Europea cerrar sus puertas a las importaciones de todo producto OVM manifestando su rechazo a los organismos vivos modificados (OVM)¹⁸⁶. Es entendible este rechazo porque si un solo producto como el caso del maíz si se contamina es difícil evitar la contaminación un ejemplo de ello es la inoculación que se dio hace varios años con el maíz Starlink sembrado en EE.UU.

Este maíz fue aprobado para consumo animal y no humano. Sin embargo entró a la cadena de consumo humano contaminando granos y alimentos que debieron ser masivamente retirados del mercado. Los cargamentos de maíz convencional a Japón, Canadá, y Corea del Sur se mezclaron y fueron rechazados. Aunque EE.UU prohibió la siembra de maíz Starlink, dos años después apareció nuevamente cargamento de maíz de EE.UU a Japón disoluto con este maíz, lo

¹⁸⁴ Elementos alrededor de los riesgos derivados de la importación indiscriminada de maíz. Documento electrónico en: <http://foroendefensadelmaiz.galeon.com/productos371899.html>. Consultado el día 28 de Noviembre de 2011.

¹⁸⁵ Semillas suicidas o denominadas “traitor” eran semillas estériles que se prendían o apagaban dependiendo del factor externo aplicado que las desencadene (un químico).

¹⁸⁶ Le Monde Diplomatique. Transgénicos: Progreso o Peligro?, Ed. Aún creemos en los sueños, Chile, 2003, p. 22.

que denota lo difícil que ha sido evitar la propagación y salida de un producto transgénico al mercado.

Con esta situación, los productores de alimentos de Japón y Europa han buscado fuentes de alimentos no transgénicos en otros mercados y algunos países se han declarado total o parcialmente libre de transgénicos. Este es el caso de Tailandia, Rusia, Tasmania, Arabia Saudita, Bolivia, la Isla de Nueva Jersey de Gran Bretaña y las Islas del Pacífico. Estas medidas les han permitido el acceso a mercados de productos orgánicos y no transgénicos a mayor precio¹⁸⁷.

En la entrevista realizada al Dr. Pantoja se le cuestionó sobre los efectos en la salud y al medio que puede ocasionar el consumo, importación y cultivo del maíz transgénico en nuestro país como centro de origen y diversidad del maíz criollo. Le comentó a la tesista que depende del tipo de gen que se modifique es el efecto que puede generar. Sin embargo no solo depende del gen en sus propias palabras agregó “depende del medio ambiente donde se cultive”¹⁸⁸. Por lo tanto los efectos en la manipulación genética dependen en parte del funcionamiento de la biodiversidad y del gen que se vaya a modificar.

Durante la entrevista comentó el Dr. Pantoja que los efectos que pudieran tener los organismos vivos modificados aumentándosele una célula de algún otro organismo, también dependen del *metaboloma*¹⁸⁹ que es la parte casi final del proceso de transformación de los organismos, aunque se han realizado pruebas cuantitativas en las cuales se demuestra lo inofensivo de los transgénicos como “el caso del maíz donde el cambio en su proteína es del 0.14 en el maíz transgénico en comparación con el natural. A este proceso se le denomina

¹⁸⁷ *Ibíd.*, p. 23.

¹⁸⁸ Entrevista realizada al Dr. Omar Pantoja Ayala en el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Viernes 08 de abril de 2011, Cuernavaca, Morelos.

¹⁸⁹ Se puede definir como la suma total de los sustratos, metabolitos, y otras pequeñas células que están presentes en una población de células.

*proteoma*¹⁹⁰ para conocer los cambios en la proteína en el proceso de transformación genética”¹⁹¹.

Todavía se desconoce la parte de la célula cualitativa que permita saber los efectos específicos de los OVM sobre la salud porque va depender de cuál es la célula que se está agregando o quitando la que pueda tener efectos en la salud, pero también depende de la estructura genética (ADN) o tipo de organismo vivo del que se desea modificar dicha estructura en gran parte los efectos posteriores derivan de la reacción del propio organismo vivo y su medio ambiente.

Se le preguntó sobre las posibles enfermedades como el cáncer, u otra enfermedad de riesgo o tipo de toxicidad en los transgénicos a lo cual nos respondió que no existen hechos constatados sobre posibles enfermedades derivados del consumo de organismos modificados, sin embargo declaró que deben ser consumidos con sus respectivas precauciones como en toda investigación. Aunque los riesgos en la salud son mínimos comentó que no sucede lo mismo con la biodiversidad. En lugares donde la biodiversidad es abundante influye mucho su clima, el sol, agua, tipo de espacio, nitrógeno, absolutamente todo influye en los transgénicos como en los organismos naturales.

En cuestión de biodiversidad México como se mencionó en el capítulo 2 es rico en material genético, sin embargo puede dejar de serlo con la polinización del maíz. El Dr. Pantoja le comentó a la tesista sobre las repercusiones al medio ambiente del uso de la biotecnología en el caso del maíz transgénico, “primero se limita la diversidad genética, la hace pequeña, cuando hay más parecido genético entre las especies les afectan los mismos problemas” aclaró que se generan supermalezas,

¹⁹⁰ Conjunto de proteínas de una célula. A diferencia del relativamente invariable genoma, el proteoma es dinámico y cambia minuto a minuto en respuesta a miles de señales ambientales intra y extra celulares. La estructura y el comportamiento de una proteína están especificados por la secuencia génica y por el número o identidades de otras proteínas producidas en la misma célula al mismo tiempo, y con las cuáles se asocia y reacciona.

¹⁹¹ American Society of Plant Biologists. Plant Physiology, April 2011 Vol. 155, pp.1752-1761. Véase documento electrónico en: <http://www.plantphysiol.org>.

las cuáles en recientes reportes que le llegaron “no se ha podido controlar y es un problema para su biodiversidad en Estados Unidos y Argentina” lo mismo le puede suceder a México por la contaminación que sufre con su propio maíz, afectando a su entorno.

Las especies mexicanas de plantas se pueden ver afectadas por el mismo proceso de polinización, e incluso homogeneizarse con la supermaleza, explicó que el medio ambiente es difícil de controlar, es variable, sus efectos “son impredecibles por el tipo de clima donde se cultiven los transgénicos”, advirtió que sería mejor que se dejara reposar la tierra, tomar medidas precautorias hacia el medio ambiente especialmente vigilar el desarrollo de las plantas expuestas a diversos cambios.

Como menciona el Protocolo, “las partes, al adoptar una decisión sobre la importación con arreglo a las medidas nacionales que rigen la aplicación del presente Protocolo, podrán tener en cuenta , de forma compatible con sus obligaciones internacionales, las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de los organismos vivos modificados para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, especialmente en relación con el valor que la diversidad biológica tiene para las comunidades indígenas y locales”.¹⁹² El Protocolo hace hincapié en el cuidado a la biodiversidad de organismos vivos importados como el caso del maíz que afecten la cultura nacional o el medio ambiente de cualquiera de los integrantes del Protocolo algo que México está descuidando.

Por lo tanto el hecho que México importe maíz transgénico hace del mismo Protocolo un punto vulnerable al incumplir en el principal objetivo del Protocolo la utilidad venida de la biotecnología al medio ambiente y su biodiversidad genética, debido a que la importación de maíz transgénico está provocando la pérdida de la

¹⁹² Remítase a la nota 148.

diversidad natural genética, situación ante el mismo Protocolo que no debía suscitarse de ese modo.

Como se explicó al principio del primer capítulo la finalidad del Protocolo era utilizar el vasto recurso de la biotecnología de forma que se minimizaran los riesgos al medio ambiente, es decir sin que se afectara la diversidad genética del medio ambiente, la reducción de riesgos y alteraciones fueran controladas. Sin embargo en el caso del maíz transgénico importado como informa la Profesora Patricia Gascón Muro¹⁹³ en una publicación¹⁹⁴ puede afectar la diversidad genética de variedades naturales del maíz, las contamina (situación que es una realidad en la actualidad). Aunado a esta situación puede provocar adaptaciones al suelo y a diversos microclimas dentro de nuestro país afectando la prioridad del Protocolo y la razón por la cual México lo firmó.

El pueblo indígena de México que todavía habita gran parte de Chiapas, Oaxaca, y otros estados es un lugar del maíz su alimentación y vida se han basado por años en este cultivo sin él no tienen que cultivar y si se contamina no tendrán de que sobrevivir, pero ante todo se puede acabar con la diversidad genética y afectar el ecosistema donde reside nuestro material genético, nuestro medio ambiente.

El hecho de preservar la biodiversidad local es el beneficio más importante que México puede obtener de su adhesión al Protocolo. Como se menciona al principio de este capítulo nuestro país importa millones de toneladas de maíz transgénico desde hace varios años, sin embargo no existía un Convenio que se encargara de proteger la biodiversidad de los efectos de la biotecnología, como consecuencia se da la importación sin control de diversos transgénicos como maíz, soya y trigo destinados para consumo humano y animal.

¹⁹³ Profesora investigadora del Departamento de Relaciones Sociales de la UAM-Xochimilco.

¹⁹⁴ Maíz transgénico: Problema o solución, Artículo electrónico publicado el 13 de julio de 2007. Véase documento en: http://www.sagarpa.gob.mx/cmdrs/sesiones/2005/pres_oct_ord/sistpro_maiz.pdf.

Después de la entrada en vigor del Protocolo en México a los dos años siguientes el Senado de México decidió expedir la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la cual regula “las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados con el fin de prevenir o evitar los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente o la diversidad biológica o la sanidad animal, vegetal y acuícola”¹⁹⁵. Este primer paso lo dio México como un intento por seguir las especificaciones señaladas en el Protocolo de Cartagena respecto de cada país firmante en la protección a su biodiversidad local.

En 2008 México nuevamente vuelve a dar muestras de seguir las reglamentaciones internacionales establecidas en el Protocolo esta vez publicando el Reglamento de la Ley de Bioseguridad de OGM mediante el cual se creó la CIBIOGEM¹⁹⁶ para fines de regulación de confinamiento experimental en el entendido que al organismo se le puede quitar o agregar un gen adicional en un laboratorio o salón de clases. La Comisión tiene como objetivo resguardar todo efecto adverso al medio ambiente resultado del uso de la biotecnología.

En ese momento México dio señales de alinearse a las disposiciones establecidas en el Protocolo pero a pesar de los esfuerzos de contar con una Comisión especial como el CIBIOGEM, México todavía no hacía especial énfasis en el centro de origen de su diversidad local: el maíz. El maíz considerado como parte de la identidad de los pueblos indígenas de México, de la cultura y tradición mexicana llevó a que se modificara el 6 de marzo de 2009 el Reglamento de la Ley de

¹⁹⁵ Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Véase Documento electrónico en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/ley180305.html>.

¹⁹⁶ Comisión Intersecretarial De Bioseguridad De Organismos Genéticamente Modificados es un órgano del Poder Ejecutivo Federal que al más alto nivel se encarga de establecer las políticas relativas a la seguridad de la biotecnología respecto al uso de los organismos genéticamente modificados. Está integrada por titulares de la Sagarpa, Semarnat, SS, SEP, SHCP, Economía y EL Director General del Conacyt.

Bioseguridad. En ella se integra un Régimen de Protección Especial al Maíz¹⁹⁷ con el objetivo de preservar la diversidad genética del maíz natural, los motivos están basados en que la diversidad genética existente en los centros de origen permite el desarrollo de variedades con capacidad de defensa contra las plagas y factores naturales como la sequía.

Con la modificación al Reglamento de la Ley de Bioseguridad la protección al maíz se vio favorecida, sin embargo es dudoso el motivo por el cual México firmó un Convenio del cual no ha seguido las reglamentaciones establecidas en él. Ciertamente estableció un Centro de Intercambio de Información para protección de su propia diversidad local pero esto quizá no es del todo cierto debido a que a pesar de que nuestro país cuenta con el CIBIOGEM como parte de las especificaciones establecidas por el Protocolo para que los países firmantes ricos en biodiversidad protegieran su biodiversidad pero es indiscutible que no la ha protegido del todo del contacto con la biotecnología.

El ejemplo más cercano que se expone de la anterior afirmación es la aprobación por parte de SAGARPA Y SEMARNAT de 15 variedades de maíz transgénico en México en 2009¹⁹⁸. Esta declaración se dio a conocer en una conferencia donde GREENPEACE demostró su inconformidad hacia la aprobación de la siembra experimental alegando la contaminación y futura pérdida del maíz nativo mexicano.

Este hecho demuestra que a pesar de las reglamentaciones establecidas en el Protocolo e implementadas en el país para preservar su biodiversidad sigue aprobando siembras de maíz transgénico, además continúa importando maíz transgénico bajo la justificación que el maíz transgénico es más útil por ser mejorado biotecnológicamente, y en lo referente a siembra es más beneficioso

¹⁹⁷ Modificación al Reglamento de la Ley de Bioseguridad. Véase documento electrónico en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LBOGM.pdf.

¹⁹⁸ “Aprueban 22 permisos para siembra experimental de maíz transgénico”. Consultar documento electrónico en: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Noticias/2009/Octubre/aprobaciones/>.

para la tierra donde se cultiva por el gen de vacuna injertado contra plagas. Sin embargo no se puede asegurar tal afirmación porque aunque fueran ciertas estas aseveraciones aún así están contradiciendo lo establecido en el Protocolo de Cartagena, nuestra nación está contradiciendo los motivos por los cuales firmó el Acuerdo, resguardar su vasta megadiversidad de los efectos de la biotecnología para preservar su variedad local.

La actitud de México con la aprobación de cultivos de semillas transgénicas demuestra la fragilidad de esta nación de mantener una postura firme ante las diversas reglamentaciones internacionales y el deseo ferviente de nuestro país por desarrollarse biotecnológicamente chocan con la actitud de protector de su biodiversidad. Esta postura solo confunde a la comunidad internacional sobre el papel del país como un integrante del Protocolo de Cartagena porque no demuestra su seriedad como nación megadiversa interesada en conservar su biodiversidad natural.

México al firmar el Protocolo aceptó las condiciones establecidas en el Protocolo, es decir antes de aprobar o aceptar cualquier movimiento transgénico debió notificarlo como lo establece el Protocolo, sin embargo aprobó inmediatamente la ya mencionada siembra experimental y se desconoce si realmente notificó al grupo especial del Convenio sobre esta situación. Lo anterior reafirma la actitud permisiva de México anteponiendo su propio interés en el desarrollo de la biotecnología y los probables intereses económicos de las empresas, punto que no se tocó a profundidad en esta tesina porque no es parte del tema hablar de los intereses de las empresas por eso solo se mencionan ciertos puntos de ellas en el capítulo dos, antes que la seguridad y preservación de su biodiversidad local.

El papel de México tan ambiguo entre su participación opaca en el Protocolo de Cartagena y su apertura a los cultivos experimentales de organismos genéticamente modificados a pesar de las restricciones que están establecidas en

el Convenio lo describe como un país carente de decisión al defender su propia diversidad local, su cultura e identidad nacional.

Esta introducción del maíz transgénico en México puede ocasionar la pérdida del maíz local indígena, lo que recaerá en una pérdida de identidad porque al ser contaminado el maíz local de México se perderá la identidad de los pueblos indígenas de México, un ejemplo es la propia tierra con la que tiene interacción el maíz, la cual si el maíz transgénico la vuelve estéril se perderán cultivos de maíz, entonces la tierra que podría ser fértil para otras semillas se volverá infértil y se destruirá una cadena de ecosistemas que gira entre el suelo, agua y sol como fuente de vida de la megadiversidad en flora y fauna que enriquece a México.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto se concluyó que la biotecnología es parte de la evolución del ser humano por desenvolverse científica y tecnológicamente como parte de su bienestar. Es precisamente ese bienestar y preservar su medio ambiente lo que llevó a crear el Protocolo de Cartagena. Aunque el papel del Protocolo de Cartagena es regular el comercio de los organismos vivos modificados derivados de la biotecnología así como sancionar a quien infrinja dicha reglamentación queda una percepción que no es tomado con la seriedad debida por parte de los países firmantes del Protocolo como lo ha dejado entrever México.

La hipótesis que se planteó en este trabajo radica en este desarrollo científico y tecnológico pues México carece de recursos en investigación y desarrollo para ser autosuficiente. Por un lado las empresas ofrecen la idea que la biotecnología es parte de un avanzado crecimiento económico lo cual, para aquellas que cuentan con los recursos tecnológicos es posible, sin embargo para las empresas mexicanas es prácticamente un imposible, debido a que la investigación y desarrollo científico y tecnológico en México no cuenta con suficiente apoyo económico o ninguno por parte de las empresas y ni que decir de las políticas tecnológicas pues son casi inexistentes.

Otra de las causas que genera este atraso en México es el ilusorio vínculo entre las empresas y los institutos de investigación ya sea por la falta de políticas tecnológicas o bien por el desinterés demostrado de las empresas mexicanas en cuanto a incrementar sus investigaciones biotecnológicas a través de las diferentes universidades que realizan investigaciones en este campo, lo que solo demuestra que la iniciativa en el desarrollo de este campo si es que existe alguna proviene más de los centros de investigación interesados en la biotecnología que de los mismos empresarios.

En el desarrollo de esta tesina no se ahondo demasiado en este tema y se menciona meramente superficial debido a que su principal objetivo se basa en los efectos a la biodiversidad y no en conocer las causas por las cuales no existe un vínculo entre las empresas y los institutos. Cabe señalar que no se esta minimizando la importancia de este tema ya que es fundamental en el desarrollo de la biotecnología pero se podrá analizar en futuras investigaciones.

Continuando con el tema que concierne mi hipótesis se basó en que México firmó el Protocolo por cuestiones de apoyo científico y tecnológico para desarrollo económico, pero durante la investigación se fue aclarando este punto ya que su adhesión al Protocolo se debió más a cuestiones de protección a la biodiversidad, lo que llevó a pensar y redireccionar esta hipótesis hacia los efectos de la biotecnología en la biodiversidad mexicana, ya que el interés en la parte de apoyo a la investigación y desarrollo que ofrece el Protocolo hace referencia a la única razón para que se creara el Protocolo, proteger su biodiversidad aprovechando los recursos científicos y tecnológicos de cada país integrante y en caso de que no tuviera alguno de los integrantes este recurso el Protocolo puede apoyarlo.

Ciertamente nuestro país estableció los mecanismos requeridos y exigidos por el Protocolo para preservar su biodiversidad de los efectos de la biotecnología pero esto es así?. Podemos responder a esta pregunta con un rotundo no porque a pesar de contar con un Centro de Información como lo es el CIBIOGEM, México continúa importando maíz transgénico desmedidamente contradiciendo al mismo Protocolo el cual deja en manos de los países adheridos a él la responsabilidad de proteger su propia biodiversidad.

Una de las razones que obliga a pensar que esto suceda es la falta de institucionalidad de los centros de investigación en México debido a que no tienen una reglamentación nacional donde integre una legislación en su marco jurídico basada en los tratados internaciones que firma para impedir la entrada de ovm,

además tales centros no cuentan con una infraestructura tecnológica para realizar las evaluaciones pertinentes.

Como consecuencia y siendo un país en desarrollo se basa en una evaluación del riesgo para evitar al mínimo los posibles efectos del uso de la biotecnología, si bien esta evaluación es basada en lo que establece el Protocolo deja en desventaja a nuestro país ya que carece de un apego a la antes mencionada reglamentación, lo que lleva a México aceptar la entrada de organismos modificados aunado a esta situación está el hecho latente que México tiene tratados comerciales con otros países, entre ellos Estados Unidos y por lo tanto se encuentra sujeto a las disposiciones establecidas en ellos.

Esta misma situación hace ver que si México no tiene una reglamentación nacional propia ante los acuerdos que firma, el Protocolo no puede proteger la biodiversidad del país miembro porque él mismo no tiene la suficiente autoridad propia como Acuerdo para ser considerado un instrumento elevado al grado de tratado, lo que es una contrariedad debido a que el Protocolo indica desde su formación que no está por encima de ningún tratado firmado con anterioridad a la adhesión de los países miembros al Protocolo.

Este hecho demuestra que a pesar de ser un Acuerdo que ve por la protección a la biodiversidad todavía es un Convenio Internacional deficiente que no tiene carácter restrictivo para sancionar a los países miembros que infrinjan las reglamentaciones establecidas en él, en gran parte porque no cuenta con sanciones ni multas adecuadas para quien importe organismos modificados y mientras carezca de un marco jurídico internacional restrictivo que sancione a los países miembros para evitar que realicen alguna importación de organismos vivos modificados no se le tomará como un instrumento capaz de proteger la biodiversidad y sólo se verá como un intento fallido de instrumento por preservar la megadiversidad en el mundo de los efectos de la biotecnología.

En cada parte de esta investigación se observó el interés de México por proteger su biodiversidad como fuente de riqueza para las empresas biotecnológicas, las cuales tienen lo que a nuestro país le hace falta, la infraestructura en investigación y desarrollo dejando en claro que lo único de lo que carecen es la materia prima para seguir desarrollando su biotecnología y que es lo que hace rico a México como si tuviera petróleo en sus manos, su biodiversidad en especies locales.

México es un país que se ha destacado por una mega diversidad genética, esta cualidad lo ha llevado a ser codiciado por las empresas biotecnológicas por la enorme riqueza que alberga en su biodiversidad. La biodiversidad mexicana es fuente de material genético invaluable e irreplicable tanto por su flora y su fauna como por las especies de cultivos de las cuáles México es centro de origen, entre esos cultivos se encuentra el maíz.

Es precisamente la actitud de México lo que confunde en el escenario internacional y por sus antecedentes como país megadiverso lo que hace pensar que la postura de México como protector de su biodiversidad es solo una imagen que desea expresar al exterior, la cual no lleva a la práctica en territorio nacional porque quizá no se tiene conocimiento absoluto de lo que se firmó.

Durante la investigación se observó que el Protocolo de Cartagena es un compromiso internacional al cual nuestro país ha ignorado al no resguardar el patrimonio de la humanidad y carecer de un compromiso nacional por proteger su biodiversidad centro de origen como lo es el maíz, el cual es parte de su identidad cultural, de los pueblos indígenas.

El permitir más importaciones y siembras de este vegetal con el periodo de polinización que posee, generará no sólo pérdida de la especie nativa, sino también de la flora con la que cuenta México. Toda especie nativa cercana al maíz transgénico desaparecerá, sea por cruza o bien porque en la realidad existen especies invasoras que volverán inútil la tierra para producción agrícola.

Esta es la parte que México no comprende, en su afán de aprovechar sus recursos bióticos por desarrollarse biotecnológicamente parece olvidar o ignorar la finalidad por la cual firma estos convenios. Vuelve a mostrarse como un Estado que no crea y respeta los códigos de ética que crean los Convenios Internacionales como el Protocolo de Cartagena cuyo objetivo es que no desaparezca la naturaleza local de las especies nativas. México firmó con pleno conocimiento que seguía importando maíz transgénico proveniente de Estados Unidos y eso ha demostrado una lamentable contradicción entre su actuar internacional y su realidad interna.

El objetivo que se planteó en esta tesina fue conocer por qué México firmó el Protocolo de Cartagena, lo cual se logró al conocer que México estuvo presente en sesiones celebradas para protección de la biodiversidad empezando por la Conferencia de Río de Janeiro lo que demostró el ferviente interés por preservar su megadiversidad. Es precisamente este inmenso interés de México lo que desconcierta en su actitud permisiva de seguir importando maíz transgénico incrementando sus cantidades al doble de lo que importaba antes del Protocolo.

La respuesta a esta importación se encontró que México realiza un gasto menor al importar el maíz en vez de efectuar un gasto mayor para producirlo. Probablemente otra causa es que no se engendra maíz blanco y amarillo que sea suficiente para la población mexicana por cuestiones económicas. Esta situación generó la dualidad que aún en la actualidad demuestra México de ser integrante del Protocolo y continuar importando maíz transgénico lo que hace denotar la hipótesis de esta investigación. México todavía sigue firmando acuerdos internacionales sin tener una finalidad o firmeza de respetar las reglamentaciones internacionales.

Al firmar el Protocolo de Cartagena México se comprometió a crear códigos de ética para preservar su biodiversidad y reafirmar esos reglamentos ante el ámbito

internacional pero queda claro que sus códigos todavía no tienen la suficiente preparación científica para detectar el ingreso al país de un organismo vivo modificado, por lo tanto los esfuerzos de México por proteger su biodiversidad resultan obsoletos ante los efectos del uso de la biotecnología.

El objetivo alterno de desmitificar la biotecnología y los Organismos Vivos Modificados como generador de enfermedades y de desastres naturales se resolvió que la biotecnología no es el peligro extremo que muchas Organizaciones No Gubernamentales han hecho creer. Tampoco es la solución a los problemas de México pero si es un medio que se puede utilizar con debida precaución como lo indica el Protocolo, para preservar y mejorar la calidad de insumos que se consumen, así como la biodiversidad.

Más que responsabilidad de la biotecnología, el problema que en realidad afecta y el peligro que existe de utilizarla deriva del hecho que estos organismos vivos modificados antes de ser transformados fueron creados por la naturaleza, cada planta u organismo vivo ya tiene sus propias características y propiedades y es su estructura natural lo que no es posible controlar al cambiar genéticamente.

En la entrevista realizada a un especialista en la materia, se explicó que la verdadera causa de la preocupación del uso de la biotecnología, conocimiento que adquirí como Internacionalista ya que este no es mi campo de investigación, es utilizar la biotecnología sin ningún tipo de control, que el medio ambiente en si es cambiante y los organismos vivos tienen su propia capacidad de cambiar en diferentes etapas de su evolución, especialmente si cuentan con propiedades como la polinización característica propia del caso de estudio de esta tesina, nuestro maíz nativo.

El maíz local de cada región se puede perder a causa de esa polinización como le ha sucedido a través de la historia por las cruces que ha tenido desde hace varios años pero modificado genéticamente producirá una contaminación que invadirá el

campo mexicano por el desarrollo de la maleza a la cual está expuesta por las alteraciones del medio ambiente situación que lamentablemente México no evalúa como una prioridad.

La prioridad de México, a través de esta tesina, es su incesante búsqueda por desarrollarse biotecnológicamente a cualquier precio incluso el de perder su biodiversidad genética. Lo que no toma en cuenta, es que esta biodiversidad es la que lo hace más importante en un mundo de avances biotecnológicos y que está descuidando su principal materia prima si no crea códigos de ética más estrictos y apegados a las reglamentaciones internacionales.

El resultado de esta investigación deja mucho que pensar puesto que si México firma acuerdos sin alguna finalidad verdadera por proteger su soberanía, y su biodiversidad es un país que estará destinado al atraso además de demostrar una actitud frágil ante la comunidad internacional, una condición que indica que nuestro país es capaz de aceptar cualquier convenio y que a simple vista resalta el hecho que no le interesa meditar que acuerdos firma y cuáles no, que no tiene capacidad de discernimiento para saber que tipos de prioridades como nación debe ostentar y mientras no lo considere no será respetado en cuestión de medio ambiente y terminará por perder lo único valioso que tiene su biodiversidad.

ANEXOS

Human Health Implications of GMOs: A Focus on Bt Maize and

Mycotoxin Reduction

FELICIA WU

Department of Environmental and Occupational Health,
University of Pittsburgh, USA

few8@pitt.edu

Copyright: © Felicia Wu, 2011

In discussions of genetically modified organisms (GMOs), the potential impacts to human health are of critical concern. GMOs have the potential to cause both beneficial and adverse health effects in humans. A reasonable health concern to consider is that any time a novel gene is successfully introduced into a food crop, that crop will produce a novel protein. Proteins, while rarely toxic or carcinogenic, can be allergenic.

Therefore, care must be taken to introduce genes that would not produce proteins that are known allergens or likely to be allergenic in humans. In the United States of America, for example, proteins produced by any transgenic crop likely to appear in the market are subjected to a variety of tests to determine their allergenic potential: whether the organism from which the transgene is taken causes allergic reactions in humans, whether there are homologies in amino acid sequence in the novel protein to known allergens in an allergen databank, and the digestibility of the protein in simulated gastric conditions.

However, perhaps of greater importance are the potential health benefits that can accrue from the cultivation and consumption of certain GMOs, particularly in less developed countries. Aside from the (currently) more theoretical GMOs that would contain essential micronutrients or withstand drought conditions, even the GMOs that are most commonly planted worldwide today could provide a variety of health benefits. For example, transgenic herbicide-tolerant crops and pest-protected crops could reduce the amount of labor needed in the field, which could then be devoted to aquaculture or other pursuits that would allow for greater dietary variety.

These GM crops are also potentially helpful in communities where HIV prevalence is sufficiently high that agricultural workers are limited by their health status in how much energy can be devoted to agricultural labor. Additionally, pest-protected crops such as the Bt (*Bacillus thuringiensis*) crops would drastically reduce the amount of topical pesticide required in agricultural fields.

Planting Bt crops could reduce workers' risks of excessive exposures to topical pesticides, which can be toxic or carcinogenic in humans and harmful as well to wildlife. Also of great importance is the phenomenon that Bt maize has been shown to have significantly lower mycotoxin levels than non-Bt maize isolines. Mycotoxins are secondary metabolites of fungi that colonize food crops; these toxins can cause a variety of adverse health effects in humans. The most common

classes of mycotoxins in maize worldwide include aflatoxins, fumonisins, and deoxynivalenol (DON or vomitoxin).

Table 1 lists the adverse human and animal health effects associated with each of these mycotoxins. In parentheses under the name of each toxin are the fungi that most commonly produce the toxins.

The adverse effects of these foodborne mycotoxins in global health is real and measurable. Liu and Wu (2010) estimated that 25,200-155,000 liver cancer deaths worldwide are caused by dietary aflatoxin each year. Other studies have linked aflatoxin with childhood growth impairment (Gong et al. 2002) and 116

Annex 3: Papers

immunosuppression (Jolly et al. 2008). Fumonisin has been implicated in increased risk of neural tube defects in babies (Missmer et al. 2006) and esophageal cancer (Marasas 1996). DON has been implicated in immune and gastrointestinal dysfunction (Bondy and Pestka 2000).

Bt maize has been shown in a variety of studies across the world to have significantly lower mycotoxin levels than non-Bt isolines. The field evidence is reviewed in Wu (2007). The earliest studies on this topic were done in Iowa, showing lower levels of fumonisin in multiple Bt maize events (Munkvold et al. 1999).

The results were then replicated in multiple countries and continents worldwide (Bakan et al. 2002, de la Campa et al. 2005). Likewise, DON levels have been shown to be significantly lower in Bt maize than non-Bt isolines in different continents (Aulrich et al. 2001, Schaafsma et al. 2002). Aflatoxin reduction in Bt maize has been less consistent, in part because until recently, the types of insect pests controlled by Bt maize were not usually those implicated in *Aspergillus* infection. However, recently approved Bt maize events may have improved efficacy in reducing aflatoxin contamination (Odvody and Chilcutt 2007).

If Bt maize were planted in the parts of the world where mycotoxin contamination were a serious threat to human health, then there could be appreciable health benefits in terms of reducing dietary mycotoxins. However, many of the most severe foodborne mycotoxin problems are in Asia and Africa (Liu and Wu 2010), where very few nations permit commercialization of Bt maize. Therefore, in order for these health benefits of Bt maize to be fully realized, a first step is in regulatory changes that would permit for transgenic crops with proven benefits to be allowed for commercialization where they are currently not permitted.

Aprueban 22 permisos para siembra experimental de maíz transgénico

Noticia - 22 octubre, 2009

Greenpeace irrumpió en la rueda de prensa en la que el secretario de medio ambiente, Juan Rafael Elvira Quesada, dio a conocer la aprobación de 13 permisos más de siembra experimental de maíz transgénico en estados productores de este grano; este 26 de octubre se aprobaron otros nueve permisos.

Boletín de prensa: "Hay 52% de razas de maíz en estados donde sembrarán maíces transgénicos"

Durante la rueda de prensa ofrecida este 21 de octubre por la Semarnat y Sagarpa, para dar a conocer las 15 aprobaciones de siembra de maíz transgénico, Greenpeace irrumpió en ésta para cuestionar al titular de la Secretaría de Medio Ambiente, Juan Rafael Elvira Quesada, acerca de la rapidez y la prisa por la aprobación de las siembras experimentales de maíz transgénico en México. Este 26 de octubre, fueron aprobadas, sin embargo, nueve permisos más.

Luego de las insistentes preguntas de los reporteros en torno a ¿qué sucederá con la contaminación? ¿Por qué hacerlo en un centro de origen cuando se ha comprobado en otros países que es imposible la coexistencia? ¿Quiénes son los beneficiarios? y ¿Por qué no seguir el ejemplo de países europeos en donde se ha negado la entrada a Monsanto y compañía? Su respuesta ante tal cuestionamiento fue "toda la información está en la página de Internet. La subiremos esta tarde" y terminaron rápidamente la conferencia, cuando dos activistas de Greenpeace desplegaron mantas con la frase "Maíz transgénico: fin de la independencia".

A pesar de que el titular de la dependencia asegura que "no cede a presiones de ningún tipo" para autorizar los permisos que ha solicitado la industria de biotecnología, es claro que Semarnat ha acelerado las autorizaciones a empresas como Monsanto, Pioneer y Dow AgroScience para que hagan experimentación con granos transgénicos a riesgo de que se contaminen las 59 variedades y más de 200 razas de maíz que existen en México.

Greenpeace exige a Sagarpa y Semarnat que revoquen las 13 autorizaciones otorgadas hasta ahora, que se suman a las dos primeras, así como la cancelación de 20 las solicitudes pendientes, que informen con claridad a qué empresas están beneficiando con las autorizaciones de siembras experimentales y los criterios en los que se basan para acelerar la aprobación de estas solicitudes.

El día de ayer la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad envió una carta firmada por más de 800 científicos del mundo entero para exigirle que revierta las aprobaciones a estas siembras experimentales.

Mientras tanto, Greenpeace mantiene su campaña en contra del maíz transgénico. Las nuevas vías de comunicación han sido básicas en esta campaña. Continúa la fonoacción y cada día la residencia oficial de Los Pinos recibe cerca de 100 llamadas de ciudadanos que exigen se reviertan las aprobaciones de maíz transgénico en México.

Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (1): 93 – 100, 2004

Recibido: 25 de Febrero del 2002.

Aceptado: 23 de Septiembre del 2003.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA MEJORADA POR ORGANIZACIONES DE AGRICULTORES: CASO “PRODUCTORA DE MAÍZ TEOCINTLE” IMPROVED SEED PRODUCTION BY FARMER’S ORGANIZATIONS: “PRODUCTORA DE MAÍZ TEOCINTLE”, A CASE STUDY

Lorenzo Trejo Hernández¹, Abel Gil Muñoz^{1*}, Miguel Sánchez Hernández¹, Aquiles Carballo Carballo² y Pedro Antonio López¹

¹ Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Km. 125.5 Carretera Federal México-Puebla, Col. La Libertad, C.P 72760. Puebla, Puebla, México Tel. 01(222) 2-85-00-13. gila@colpos.mx ² Programa de Producción de Semillas, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230. Montecillo, Estado de México. Tel. 01 (595) 95-2-02-00 Ext. 1552.

* *Autor responsable*

RESUMEN

Esta investigación abordó el tema de la producción de semilla por organizaciones de agricultores, al estudiar las actividades desarrolladas entre 1999 y 2001 por una organización ubicada en Tlachichuca, Pue., dedicada a la producción de semilla certificada de maíz: la “Productora de Maíz Teocintle”, Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada.

En el estudio se caracterizó el proceso de producción y comercialización de semilla de la variedad de maíz “Sintético Serdán”, y se estableció si diversos elementos de los factores tecnológico y económico afectan la participación de la organización en la producción y comercialización de semilla. Para ello se emplearon las técnicas de revisión documental, observación participante, guía de entrevista y el análisis financiero. Los resultados mostraron que los socios aplicaron en 90 % aspectos clave de la tecnología de producción de variedades de polinización libre, y en 70 % los de beneficio de semilla, y que se requiere capacitación adicional en este último aspecto.

En lo económico, el análisis financiero indicó que la producción de semilla por parte de la sociedad fue una actividad rentable (relación beneficio:costo de 3.99), y que fue competitiva en el mercado. No obstante, se necesita proveer capacitación sobre comercialización de semillas. Se concluye que los elementos de los factores tecnológico y económico estudiados, favorecieron la participación de la organización en la producción y comercialización de semillas, y que es factible que organizaciones de agricultores produzcan y comercialicen semilla mejorada de maíz en ámbitos geográficos definidos, lo que estimula así el uso de variedades mejoradas por parte de los agricultores tradicionales y constituye una estrategia viable de abastecimiento de tal insumo.

Palabras clave: *Zea mays* L., producción de semilla, organización de agricultores, análisis financiero

SUMMARY

This research dealt with the topic of seed production by farmer's organizations. It studied the activities performed between 1999 and 2001 by an organization located in Tlachichuca, Pue., dedicated to the production of certified maize seed: the "Productora de Maíz Teocintle" Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Ilimitada. In this study we characterized the process of seed production and commercialization of the maize variety "Sintético Serdán", and established whether different elements of the technological and economical factors affect the organization involvement in those activities. The techniques used were: document review, participatory observation, interview guide and financial analysis. The results showed that the members used 90 % of key aspects for production technology of open pollinated varieties, and 70 % for seed conditioning, therefore requiring further training in the last matter. Regarding the economical issue, the financial analysis indicated that seed production by the society was a profitable activity (a relation benefit:cost of 3.99), and that it was competitive in the seed market. Nevertheless, training is required on seed commercialization. It is concluded that the elements of the technological and economical factors studied promoted the involvement of the organization on seed production and commercialization, and that it is feasible that farmer's organizations can produce and sell seed of improved maize in precise geographical areas, thus stimulating the use of improved varieties by traditional farmers, and representing a viable strategy for supplying such input.

Index words: *Zea mays* L., seed production, farmer's organization, financial analysis.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarez, Juan Carlos. El desarrollo de la biotecnología y sus implicaciones político-económicas para los países en desarrollo, México, Tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, FCPS, UNAM, 1992.
- 2.-Anderson Luke, Transgénicos: ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente, Madrid, Ed. GAIA PROYECTO 2050, 2001
- 3.- Arriola, Joaquín. Conocimiento, tecnología y crecimiento, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, 2004, p.140
- 4.- CONACYT. Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el Siglo XXI: retos y oportunidades, México, FCE, 2001
- 5.-Revista Ciencia y desarrollo, CONACYT, Volumen XXVIII, Núm. 165, Marzo-Abril del 2002
- 6.-Larach, Mará Angélica, El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional, Santiago de Chile, CEPAL ECLAC, División de Integración y Comercio Internacional, Publicación de las Naciones Unidas, 2001
- 7.- Gessner G. Hawley. Diccionario de química y de productos químicos, Ediciones Omega, Barcelona, 1993
- 8.-CONACYT. Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades, México, FCE, 2001
- 9.-Izquierdo, Rojo Martha, Ingeniería genética y transferencia genética, Madrid, Ed. Pirámide, 2001
- 10.-Lara Rossano. Tecnología: Conceptos, problemas y perspectivas, UNAM, México, Siglo XXI, 1998
- 11.-Melgar, Fernández, Mario. Biotecnología y Propiedad Intelectual: un enfoque integrado desde el derecho internacional, UNAM, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2005
- 12.-Revista Ciencia y Desarrollo, CONACYT, Vol. 33 No. 205, México, Marzo 2007
- 13.- Morcilla Gloria, Biotecnología y alimentación, Madrid, 2005
- 14.-Izquierdo, Rojo, Martha. Ingeniería Genética y Transferencia Génica, Madrid, Ed. Pirámide, 2001
- 15.-Trueba, Ignacio. La Seguridad Alimentaria Mundial, Madrid, Ed Cátedra Alfonso Martín Escudero, 2002

- 16.-CONACYT. Revista Ciencia y Desarrollo, Vol 32, No 204, Febrero de 2007
- 17.-Losey, John. Transgenic pollen harms monarch larvae, Nature 399:214, 20 de mayo de 1999.
- 18.- Le Monde diplomatique. Transgénicos: Progreso o peligro, Chile, Ed. Aun creemos en los sueños, 2003
- 19.- Revista Ciencia y desarrollo, CONACYT, Vol. XXIX, Num. 169, Marzo-Abril del 2003,
- 20.-Boletín CIEPAC El campo y el TLC: ¿quién pierde y quién gana? Núm. 330, San Cristóbal de las Casas, 29 de Enero de 2003
- 21.- Bancomext. Revista de Comercio Exterior, Volumen 53, Número 5, México, 2003.
- 22.-Pérez, Miranda Rafael. Biotecnología, Sociedad y Derecho, UAM, México, Editorial Miguel Ángel Porrúa, 2001

BIBLIOGRAFIA ELECTRÓNICA

1.-Acceso a recursos genéticos y distribución justa y equitativa de beneficios. SEMARNAT: <http://www.prodiversitas.bioética.org/nota61.htm>

2.-“Cultivos transgénicos: contexto empresarial y nuevas tendencias”, ponencia presentada en la Facultad de Ciencias, UNAM, 2003. Foro en defensa del maíz nuestro por una agricultura campesina sustentable sin transgénicos ¡Qué viva el pozole!..:

http://www.fundacionproducegro.org.mx/publicaciones/pub_gratuitas/FORO%20EN%20DEFENSA%20DEL%20MAIZ%20NUESTRO.pdf

3.-CIEPAC. El maíz transgénico en México: la contaminación genética de tierras indígenas, Num. 461, México, San Cristóbal de las Casas, Abril de 2005: <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=461>

4.-Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica: <http://www.biodiv.org>

5.-Semillas de Vida, Organismo No Gubernamental: http://www.semillasdevida.org.mx/noticias_4.htm

6.-Boletín CIEPAC. ¿Quién pierde y quién gana?, Núm. 330, 29 de Enero de 2003. Consultar: <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=330>

7.-GREENPEACE. Transgénicos en mi mesa NO: <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/copy-of-gu-a-roja-y-verde-de-a.pdf>

8.-Boletín CIEPAC. Los transgénicos en México, SanCristóbal de las Casas, Num. 238, 06 de abril de 2001.

Bernal E. Valverde. Manejo de la resistencia de los herbicidas en los países en desarrollo. Véase documento electrónico en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s0h.htm>

9.-Monsanto: <http://www.monsanto.com.mx/>

10.-BANCOMEX, SNC. Comercio Exterior, Desarrollo territorial y globalización: <http://www.infoagro.net/shared/docs/a6/LIBRO18.PDF.pdf>

11.-Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad. Preguntas más frecuentes acerca del Protocolo sobre Bioseguridad. Texto tomado del sitio web del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consúltese en: <http://www.bch.org.co/>

12.-La seguridad de la biotecnología vis a vis la regulación nacional en el caso de México. Véase en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/446/nava.html>

13.-Reseña de la biotecnología en México: <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>

14.-Biotecnología e innovación en México ¿por qué ha pasado tan poco?: http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2008/MT6/SESION2/MT6_GONZALEZ_QUINTERO.pdf

15.-Ponderar el razonamiento sobre los ogm: argumentos a favor : <http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003gmo7.htm>

16.-Fotografías tomadas de un invernadero de tomates transgénicos en un laboratorio de biotecnología en la India, los cuales se les aplicó la técnica de supresión de enzimas que aceleran el proceso de envejecimiento.

17.-Imágenes: <http://www.ecologiablog.com/post/3170/consiguen-tomates-transgénicos-que-duran-mas>

18.-Información efectos biotecnología: <http://www.saludencaprado.com/demotema5/CST/seccion4f.html>

19.-Definiciones de Biotecnología: <http://www.inea.uva.es>

20.-Tecnología de los alimentos. Faculta de Veterinaria Zaragoza. Historia de la Tecnología de los alimentos: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/historia.pdf>

21.-La OEI. Boletín publicado el 10 de Agosto de 2007: <http://www.oei.es/noticias/spip.php> article824
Consultar www.definición.org/insumos

22.-Transgénicos en mi mesa NO. Encuesta sobre alimentos transgénicos Sigmadós, Septiembre de 2005: <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/copy-of-gu-a-roja-y-verde-de-a.pdf>

23.-CICY. Centro de Investigación Científica de Yucatán: <http://www.cicy.mx/>
La relación: ciencia y tecnología en el subdesarrollo y una redefinición de desarrollo: <http://www.eumed.net/eve/resum/06-07/bacc.htm>