

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“BIOTECNOLOGIA Y EL IMPACTO DE LOS
TRANSGENICOS”**

POR:

RUBEN ARTURO FLORES ROMERO

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**BIOTECNOLOGIA Y EL IMPACTO DE LOS
TRANSGENICOS**

MONOGRAFIA

PRESENTA

RUEBN ARTURO FLORES ROMERO

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

Asesor principal:

Dr. Jesús Vásquez Arroyo

Co-asesor:

M. Sc. Emilio Duarte Ayala

Co-asesor:

M.C. Eduardo Blanco Contreras

Co-asesor:

Dr. Alejandro Moreno Resendez

**M. C. José Jaime Lozano García
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

BIOTECNOLOGIA Y EL IMPACTO DE LOS TRANSGENICOS

MONOGRAFIA

PRESENTA

ALFREDO ALANIZ MAYORGA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE:

Dr. Jesús Vásquez Arroyo

VOCAL:

M. Sc. Emilio Duarte Ayala

VOCAL:

M.C. Eduardo Blanco Contreras

VOCAL SUPLENTE:

M. C. José Jaime Lozano García

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS
TORREÓN, COAHUILA**

ABRIL DEL 2006

RESUMEN

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs) son aquellos a los que se les han insertado de manera estable en su genoma ADN foráneo de diversas fuentes (plantas, animales o microorganismos). Las plantas transgénicas son un ejemplo bien conocido de estos. Los científicos modifican genéticamente las plantas para: incrementar la vida post-cosecha, lograr resistencia a estrés biótico y abiótico, mejorar las cualidades nutritivas de las plantas y, usarlas como bio-fábricas en la producción de fármacos y vacunas. Por tal motivo, tanto el cultivo de las plantas transgénicas, así como, su aceptación pública crece mucho más rápido de lo que jamás habíamos imaginado. Hasta la fecha, alrededor de 52 millones de hectáreas de cultivos transgénicos cubren el mundo con posibilidad de incrementarse aún más en los próximos años. Sin embargo, los posibles efectos secundarios alrededor de la siembra masiva de plantas transgénicas han creado una gran ola de preocupación dentro de la sociedad. La alarma fundamental está relacionada con los efectos sobre el ambiente y la preservación de la biodiversidad. También, existe expectativa por los riesgos sanitarios que pudieran ocasionar y por otros que pudiéramos clasificar como más allá de la tecnología. No obstante, este trabajo se ha centrado en los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y las biotecnologías de hoy en día (Ayra 2003).

AGRADECIMIENTOS

Mi primer agradecimiento es a DIOS por haberme dado la vida y sobre todo salud y ánimos durante el periodo que permanecí en la UAAAN-UL.

Agradezco a mis padres por haberme apoyado durante toda mi trayectoria como estudiante y por brindarme su amor y confianza como hijo, así como haberme enseñado a ser mejor cada día como persona.

Agradezco a mis abuelos por haberme soportado todo este tiempo como estudiante y por brindarme sus consejos y experiencias para salir adelante y ser una mejor persona.

Agradezco a mis hermanas por brindarme su apoyo todo el tiempo como estudiante.

Agradezco también a la UAAAN-UL por haberme permitido ser uno de los buitres y sobre todo por brindarme la sabiduría y todos sus espacios por el cual pude ejercer la carrera profesional.

Agradezco a todos los profesores del departamento de Agroecología y de otros por su valiosa ayuda durante el transcurso de los diferentes semestres.

Agradezco al Dr., Jesús Vázquez Arroyo por su gran ayuda en la realización del presente trabajo.

Agradezco a mis compañeros de clases Alfredo, Gustavo, Gerardo, Juan, Adán, Luis, Gerli, Miguel, orlando y francisco por brindarme su amistad incondicional y por todos los momentos que cursamos juntos durante los nueve semestres.

Agradezco a mis amigos Uri, Carlos y a sus padres por haberme brindado su amistad y apoyo durante todo este tiempo en la universidad.

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de conseguir mis metas en compañía de mis seres queridos.

A Mis Padres: Rubén Flores Fernández y Maria Guadalupe Romero Quiñones por estar con migo todo el tiempo y por su apoyo incondicional y por confiar y creer en mí durante toda mi trayectoria de estudio.

A mis abuelos: Arturo Flores Ibarra y Maria Eidwiges Fernández Alvarado por estar con migo todo el tiempo durante toda mi trayectoria como estudiante y por su apoyo incondicional y por haberme enseñado a ser mejor cada día como persona.

A Mis Hermanas: Rubí Y Karina por estar con migo en las buenas y en las malas en las diferentes situaciones que pase por las distintas etapas educativas.

A Mis Amigos: Compañeros de clases el cual me llevo un buen recuerdo de cada uno de ellos.

A mí Novia: Karina que estuvo con migo en las buenas y las malas durante toda mi trayectoria como estudiante y por brindarme su apoyo incondicional.

A mis Amigos: Uri, Carlos y sus Padres por brindarme su amistad y su apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional.

A mis Maestros: Principalmente a los del Departamento de Agroecología que esta conformado por el Biol. Eduardo Blanco, al M.Sc. Emilio Duarte A., al Dr. Jesús Vázquez A., a la Biol. Genoveva Hernández Z., a la Biol. Luz M. Patricia Guzmán y a los diferentes maestros de otros departamentos por transmitirnos sus enseñanzas y por sus consejos y apoyos los cuales nos motivaron a salir adelante, gracias por su amabilidad y sencillez el cual se quedara palmada en mi.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....Introducción

CAPITULO II..... Revisión de Literatura

2.1 ¿Qué es Biotecnología?

2.2 ¿Que son los Transgénicos?

2.3 Biotecnología en México

2.4 Aceptación Pública de La Biotecnología y de los Alimentos Transgénicos

2.5 La Contribución de las Biotecnologías a la Alimentación

2.6 Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y La Biodiversidad

2.7 Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados

2.8 Los Organismos Genéticamente Modificados y La Biodiversidad

2.9

Introducción

En los últimas décadas, la humanidad ha sido testigo de los impresionantes avances en Biotecnología sobre todo en el campo de la ingeniería genética, lo cual a permitido crear organismos no existentes antes en la naturaleza, entre ellos productos agrícolas mejor conocidos como transgénicos estos creados con fin productivo y comercial.

Los cultivos transgénicos han entrado en la agricultura hace una década con tres grandes productores en el mundo, Estados Unidos, Argentina y Canadá. En Europa asta ahora no se permita la producción con transgénicos, es básicamente un territorio libre de transgénicos mientras que en el continente Asiático china es una de los principales productores de cultivos transgénicos. En continente Americano es donde mas se producen transgénicos, sin importar los impactos que estos pueden generar en la naturaleza (Alise, et al. 2005).

En México ya se producen organismos genéticamente modificados (OGM) desde hace ya barios años, los principales cultivos transgénicos que se producen son el algodón, maíz y soya dado a que se cree que la soluciones de los diferentes problemas que existen en estos cultivos con la aplicación de la biotecnología podemos resolverlos sobre todo con la Ingeniería Genética de hoy en día.

En la Comarca Lagunera ya se tienen casos sobre transgénicos en el maíz y algodón entre otros cultivos, todo este tema nos lleva a tomar reflexión sobre los beneficios y riesgos que existen con la aplicación de este tipo de biotecnologías, es por eso que con este trabajo se trata de tener una mejor información sobre todo en el tema biotecnología, especialmente en los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) como son los transgénicos.

LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

CAPITULO I

Objetivo y finalidades

ARTICULO 1.- La presente ley es de orden publico y de interés social, y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, importación y exhortación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que esta actividades pudieran o accionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica o la sanidad animal, vegetal y acuícola.

ARTICULO 2.- Para cumplir su objeto, este ordenamiento tiene como finalidades:

I. Garantizar un nivel adecuado y eficiente de protección de la salud humana, del medio ambiente y la biodiversidad biológica y de la sanidad animal, vegetal y acuícola, respecto de los efectos adversos que pudiera causarles la realización de actividades con organismos genéticamente modificados;

CAPITULO II

Principios en Materia de Bioseguridad

ARTICULO 9.- Para la información y conducción de la política de bioseguridad y la expedición de la reglamentación y de las normas oficiales mexicanas que deriven de esta ley, se observaran los siguientes principios:

I. La Nación Mexicana es poseedora de una biodiversidad de las mas amplias en el mundo, y en su territorio se encuentran áreas que son centro de

origen y de diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas potenciadas y aprovechadas sustentablemente, por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo sustentable del país;

II. El Estado tiene la obligación de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su alimentación, salud, desarrollo y bienestar;

III. La biodiversidad de los OGMs tiene como objeto garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la utilización confinada, la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial, la importación y la exportación de dichos organismos resultantes de la biotecnología moderna que pueden tener efectos adversos para la conservación y utilización sustentable del medio ambiente y de la diversidad biológica, así como de la salud humana y de la sanidad animal, vegetal y acuícola;

IX. La liberación de OGMs en el ambiente debe realizarse “paso por paso” conforme a lo cual, todo OGM que este destinado a ser liberado comercialmente debe ser previamente sometido a pruebas satisfactorias conforme a los estudios de riesgo, la evaluación de riesgos y los reportes de resultados aplicables en la realización de actividades de liberación experimental y de liberación en programa piloto de dichos organismos, en términos de esta Ley.

XIX. La experimentación de OGMs o con cualquier otro organismo para fines de fabricación y/o utilización de armas biológicas quedara prohibida en el territorio nacional.

CAPITULO III

De las Competencias en Materia de Bioseguridad:

ARTICULO 11.- Corresponde a la SEMARNAT el ejercicio de las siguientes facultades respecto de actividades con todo tipo de OGMs, salvo cuando se trate de OGMs que correspondan a la SAGARPA:

II. Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con OGMs pudieran ocasionar al medio ambiente y a la diversidad biológica, con base en los estudios de riesgo y los reportes de resultados que elaboren y presenten los interesados, en los términos de esta Ley.

ARTÍCULO 12.- Corresponde a la SAGARPA el ejercicio de las facultades que le confiere esta ley, cuando se trate de actividades con OGMs en los casos siguientes:

I. Vegetales que se consideren especies agrícolas, incluyendo semillas, y cualquier otro organismo o producto considerado dentro del ámbito de aplicación de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, con excepto de la especies silvestres y forestales reguladas por la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, respectivamente, y aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas derivadas de esas leyes.

ARTICULO 14.- En los casos en que a la SEMARNAT le corresponde el conocimiento, tramitación y resolución de una solicitud de permiso, tratándose de especies silvestres y forestales, deberá remitir el expediente respectivo a la SAGARPA para que emita la opinión que corresponde.

ARTÍCULO 16.- Corresponde a la SSA el ejercicio de las siguientes facultades en relación con los OGMs:

VI. Solicitar a la SEMARNAT o a la SAGARPA, según se trate, con apoyo en elementos técnicos y científicos, la suspensión de los efectos de los permisos de liberación al ambiente de OGMs, cuando disponga de información de la que se deduzca que la actividad permitida por esas Secretarías supone riesgos superiores a los previstos que pudieran afectar a la salud humana;

TITULO SEGUNDO

De los Permisos

CAPITULO I

Disposiciones Comunes

ARTÍCULO 33.- Una vez que las Secretarías correspondientes reciban una solicitud de permiso de liberación al ambiente de OGMs, y siempre y cuando cumpla con la información y los requisitos establecidos en esta Ley, deberán remitir al Registro, para su inscripción y publicidad respectivas. Una vez realizado lo anterior, la Secretaría a la que le corresponde resolver la solicitud de permiso de liberación de OGMs al ambiente, pondrá a disposición del público dicha solicitud, para su consulta pública, debiendo observar las predicciones de confidencialidad establecidas en esta Ley. Dicha Secretaría podrá hacer uso de los medios que considere idóneos a efecto de poner a disposición del público la solicitud del permiso respectivo.

ARTICULO 36.- Los para liberación experimental, en programa piloto o comercial de OGMs al ambiente, surtirán efectos de permisos de importación de dichos organismos para ser liberados en forma experimental, en programa piloto o comercial, según sea el caso, en los términos y condiciones que se establezcan en los propios permisos. Lo anterior, sin perjuicio de que la importación de los OGMs de que se trate, quede sujeta al régimen fitosanitario o acuícola establecido en la legislación de la materia que corresponda.

CAPITULO II

Requisitos para la Obtención de Permisos

SECCIÓN I

Permiso para la liberación experimental al ambiente

ARTICULO 47.- El titular del permiso estará obligado a informar inmediatamente a la Secretaría que correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

ARTÍCULO 49.- Las liberaciones experimentales al ambiente de OGMs se realizarán al amparo y conforme a los términos y condiciones que establezca el permiso. En caso de que dicho permiso comprenda la realización de diversas liberaciones del mismo OGM en la misma área geográfica establecida en el permiso, en el mismo se podrá establecer el requisito de aviso de cada liberación.

CAPITULO VIII

Exportación de OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países

ARTICULO 72.- Los interesados en exportar OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países, notificarán por sí, conforme se determine en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, su intención de exportar dichos organismos, a las autoridades competentes del país respectivo,. Dicha notificación solo se realizará en los casos en que los tratados y acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, establezcan ese requisito para efectuar la exportación al país de que se trate. La información que el interesado adjunte a la notificación a que se refiere este artículo, deberá ser exacta, fidedigna y ajustada a lo que establezcan dichos tratados y acuerdos internacionales.

TITULO TERCERO

De la Utilización Confiada y Avisos

CAPITULO I

Utilización Confinada

ARTICULO 76.- El transporte OGMs o de productos que los contengan, así como el transito de dichos organismos y productos por el territorio nacional, cuando tengan como destino otro país, se regirán por las normas oficiales mexicanas que expidan de manera conjunta las Secretarías competentes, con la participación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

TITULO SEXTO

Etiquetado e Identificación de OGMs

ARTÍCULO 101.- Los OGMs o productos que contengan organismos genéticamente modificados, autorizados por la SSA por su inocuidad en los términos de esta Ley y que sean para consumo humano directo, deberán garantizar las referencias explícita de organismos genéticamente modificados y señalar en la etiqueta la información de su composición alimenticia o sus propiedades nutrimentales, en aquellos casos en que estas características sean significativamente diferentes respecto de los productos convencionales, y además cumplir con los requisitos generales adicionales de etiquetado conforme a las normas oficiales mexicanas que expida la SSA, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias, con la participación de la Secretaría de Economía.

La información que contengan las etiquetas, conforme a lo establecido en este artículo, deberá ser veraz, objetiva, clara, entendible, útil para el consumidor y sustentada en información científica y técnica.

El etiquetado de OGMs que sean semillas o material vegetativo destinado a siembra, cultivo y producción agrícola, quedara sujeto a las normas oficiales mexicanas que expida la SAGARPA con la participación de la Secretaria de Economía. Respecto de este tipo de OGMs, será obligatorio consignar en la etiqueta que se trata de organismos genéticamente modificados, las características de la combinación genética adquirida y sus implicaciones relativas a condiciones especiales y requerimientos de cultivo, así como los cambios en las características reproductivas y productivas.

La evaluación de la conformidad de dichas normas oficiales mexicanas la realizaran la SSA, la SAGARPA y la Secretaria de Economía en el ámbito de sus respectivas competencias y las personas acreditadas y aprobadas conforme a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

TITULO DECIMOPRIMERO

Infracciones, Sanciones y Responsabilidades

CAPITULO I

De las Infracciones

ARTÍCULO 119.- Incurre en infracciones administrativas a las disposiciones de esta Ley, la persona que, con pleno conocimiento de que se trata de OGMs:

I. Realice actividades con OGMs sin contar con los permisos y las autorizaciones respectivas;

CAPITULO II

De las Sanciones

ARTICULO 120.- Las infracciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, señaladas en

artículo anterior, serán sancionadas administrativamente por las secretarías competentes, con una o más de las siguientes sanciones:

I. Multa de quince mil uno a treinta días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal a quien cometa las infracciones previstas en las fracciones de artículo 119 de este ordenamiento.

En caso de reincidencia, se duplicará el monto de la multa que corresponda. Para los efectos de esta fracción, se considera reincidente al infractor que incurra más de una vez en conductas que impliquen infracciones a un mismo precepto, en un periodo de dos años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría competente determine mediante una resolución definitiva la comisión de la primera infracción, y siempre que esta no hubiese sido desvirtuada;

2.2 ¿Que son los Transgénicos?

A pesar de que los cultivos y alimentos transgénicos estén ya muy presentes en nuestros campos y comidas, existe todavía un gran desconocimiento de lo que son y de sus repercusiones en áreas tan diversas como la agricultura, la salud, la producción y distribución de los alimentos o la protección del medio ambiente (Quintanilla 2001).

Los organismos modificados genéticamente (OMG) se obtienen al insertar genes de otro ser vivo en su material genético, lo que implica que desarrollan propiedades que no presentarían naturalmente (Quintanilla 2001). Posteriormente se desarrollaron técnicas para transferir el material genético de una especie a otra completamente diferente. Este fue el origen de los seres transgénicos, comúnmente llamados organismos genéticamente modificados (OGM) o manipulados (Salinas 1999).

Los cultivos transgénicos que se están utilizando en la actualidad son de dos tipos:

- Los cultivos Bt, diseñados para controlar las plagas mediante la producción de una toxina.
- Los cultivos tolerantes a herbicida que soportan grandes cantidades de un determinado producto químico utilizado para matar a toda la vegetación del campo salvo el cultivo.

Por lo tanto las propiedades provocadas artificialmente en los OMG comercializados hoy en día cumplen una función en el campo, en el control de plagas y malas hierbas, pero no aportan ningún valor añadido a los alimentos que se obtienen a partir de ellos (Quintanilla 2001).

2.4 Aceptación Pública de la Biotecnología y de los Alimentos Transgénicos

Las encuestas pueden ser una herramienta rápida y efectiva para tener información sobre la visión de distintos tipos de público en relación a su conocimiento y percepción respecto a la biotecnología. No obstante se debe tener claro que representan un cuadro de opinión pública estático, ya que reflejan una sola vía de intercambio de información (Gili 2001).

Según una encuesta realizada en 1997, los europeos consideran que la biotecnología presenta beneficios para la sociedad, pero están en contra de algunas aplicaciones que las consideran de baja utilidad y altamente riesgosas (Gili 2001).

Entre éstas se incluyen la ingeniería genética en los alimentos, la transferencia de genes humanos a animales y la modificación del genoma de plantas de consumo humano (Gili 2001).

Sin embargo, la aplicación de estas técnicas para la producción de nuevos fármacos fue considerada útil para la sociedad (Gili 2001).

En Estados Unidos y Canadá, existe una mayor aceptación pública sobre la utilización de técnicas de modificación genética en los productos derivados de la agricultura. Esto se debe a que existe mayor confianza en las instituciones fiscalizadoras. En general, el conocimiento de la población sobre biotecnología y AT es muy bajo. La deficiente información, principalmente basada en ciertos mitos que no tienen base científica, produce rechazo al uso de estas tecnologías. Esto se refleja en que sólo un 20% de los encuestados está de acuerdo en el uso de la biotecnología en cualquier aplicación, un 78% opina que su uso afecta a la sociedad, un 64% que se debería prohibir para producir alimentos y sólo un 25% estaría dispuesto a consumir Alimentos Transgénicos (Gili 2001).

2.3 Biotecnología en México

En México, el nivel de la biotecnología es alto y contamos con científicos de primera línea en varias áreas, incluida la biotecnología moderna. El país cuenta con varias instituciones de investigación de excelencia que trabajan temas de biotecnología y más de trescientos investigadores se dedican de tiempo completo en México a estudiar diversos aspectos de esta rama de la ciencia. Existen varios postgrados de excelencia en los que se preparan los nuevos biotecnólogos. Sin contar a las múltiples empresas dedicadas a producir bebidas alcohólicas y derivados lácteos, en el país existen más de setenta empresas biotecnológicas que producen la mayor parte de los más de cien productos netamente biotecnológicos que se encuentran en el mercado mexicano (Galindo 2000).

A partir de la década de 1960, con la aparición de las computadoras y su empleo en el procesamiento de la información, se inició una transformación radical en las formas y vías de diseminación de la información científica y de su transformación en conocimiento. Más adelante, con la proliferación de las computadoras

personales y el aumento de sus capacidades de procesamiento y almacenamiento, esta tendencia se masificó y se crearon las condiciones para la generalización de la edición electrónica de revistas científicas y su integración a las redes locales y a Internet (Editor 2001). El crecimiento de la población mundial y el mejoramiento del estándar de vida, hacen que se incremente la demanda de productos alimenticios y, por consiguiente, es necesario que aumente la producción agrícola. La mecanización de la producción, la introducción de productos químicos y el mejoramiento genético de los cultivos, han tenido un impacto importante en el rendimiento de la agricultura, pero las dos primeras requieren una gran inversión de capital. Por esta razón, estos adelantos tecnológicos han beneficiado fundamentalmente a los países desarrollados (Sasson 2000).

2.5 Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) y la Biodiversidad

La utilización de los de Organismos Genéticamente Modificados (OMG) se debe insertar en un modelo de desarrollo agrícola integral y sustentable. Por su parte, la sociedad en su conjunto debe llegar a un consenso sobre el nivel de riesgo que está dispuesta a asumir en la aplicación de éstas, así como de cualquier otra tecnología. No manejar esta temática con una agrotecnia adecuada, puede conducir a usos inadecuados que resulten en efectos adversos para la biodiversidad y el medio ambiente (Adams 2000).

Los promotores de los cultivos Genéticamente Modificados prometen altos rendimientos y soluciones a los problemas ambientales causados por el uso intensivo de pesticidas, y por lo tanto indican, serán útiles para el fomento de la agricultura sustentable. Pero, ¿por qué la agricultura sustentable no ha adoptado cultivos Genéticamente Modificados? Los promotores a largo plazo de la agricultura sustentable cuestionan la viabilidad de estas promesas y precisan las

muchas amenazas que los cultivos Genéticamente Modificados plantean a la biodiversidad y al futuro de la agricultura sustentable (García 2005).

La evaluación de los impactos y los beneficios de los cultivos Genéticamente Modificados para la biodiversidad y la agricultura sustentable es una tarea compleja que va más allá del análisis de datos y estadísticas de artículos que muestren los pros o contras acerca de los Genéticamente Modificados. El objetivo principal de este artículo es usar la información disponible para examinar el impacto que posee la tecnología de los Genéticamente Modificados para la biodiversidad y la agricultura en un contexto ecológico, social justo, viablemente económico y amigable con el ambiente para una agricultura favorable en el futuro (García 2005).

2.1 ¿Qué es Biotecnología?

La biotecnología no es, en sí misma, una ciencia; es un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias (biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, química, medicina y veterinaria entre otras) (Sasson 2001).

Biotecnología es una rama de las ciencias biológicas aplicada en la ingeniería genética y la tecnología del ADN recombinante. Entre muchos usos, la Biotecnología es usada en la manipulación del contenido genético (Genoma) de los organismos vivos, o de sus componentes, con el objetivo de mejorar el alimento y para luchar contra las enfermedades vegetales, del ganado y humanas (Editor 2001).

Como tal, la biotecnología ha sido utilizada por el hombre desde los comienzos de la historia en actividades tales como la preparación del pan y de bebidas alcohólicas o el mejoramiento de cultivos y de animales domésticos. Históricamente, biotecnología implicaba el uso de organismos para realizar una tarea o función. Si se acepta esta definición, la biotecnología ha estado presente por mucho tiempo. Procesos como la producción de cerveza, vino, queso y yoghurt implican el uso de bacterias o levaduras con el fin de convertir un producto natural como leche o jugo de uvas, en un producto de fermentación más apetecible como el yoghurt o el vino Tradicionalmente la biotecnología tiene muchas aplicaciones. Un ejemplo sencillo es el compostaje, el cual aumenta la fertilidad del suelo permitiendo que microorganismos del suelo descompongan residuos orgánicos. Otras aplicaciones incluyen la producción y uso de vacunas para prevenir enfermedades humanas y animales. En la industria alimenticia, la producción de vino y de cerveza se encuentra entre los muchos usos prácticos de la biotecnología (Yager 2001).

La biotecnología moderna está compuesta por una variedad de técnicas derivadas de la investigación en biología celular y molecular, las cuales pueden ser utilizadas en cualquier industria que utilice microorganismos o células vegetales y animales. Esta tecnología permite la transformación de la agricultura (Yager 2001).

La biotecnología consiste en un gradiente de tecnologías que van desde las técnicas de la biotecnología "tradicional", largamente establecidas y ampliamente conocidas y utilizadas (fermentación de alimentos, control biológico), hasta la biotecnología moderna, basada en la utilización de las nuevas técnicas del DNA recombinante (llamadas de ingeniería genética), los anticuerpos monoclonales y los nuevos métodos de cultivo de células y tejidos (Sasson 2000).

2.5 La Contribución de las Biotecnologías a la Alimentación

El crecimiento de la población mundial y el mejoramiento del estándar de vida, hacen que se incremente la demanda de productos alimenticios y, por consiguiente, es necesario que aumente la producción agrícola. La mecanización de la producción, la introducción de productos químicos y el mejoramiento genético de los cultivos, han tenido un impacto importante en el rendimiento de la agricultura, pero las dos primeras requieren una gran inversión de capital. Por esta razón, estos adelantos tecnológicos han beneficiado fundamentalmente a los países desarrollados (Quintero 2000). En consecuencia, la alternativa más factible es el mejoramiento genético de las plantas y, con la participación inevitable de las biotecnologías, se podrían resolver los problemas de resistencia a plagas y a enfermedades, y a factores de estrés abiótico, como la sequía, el frío, la salinidad, el agotamiento de los suelos, entre otros. Estos factores adversos son los que tienen mayor repercusión en las pérdidas considerables que afectan cada año a la agricultura (Sasson 2001).

Ha habido cuatro avances importantes en el conocimiento biológico que han permitido extender el uso y aplicación de la biotecnología en diversos sectores productivos:

Industria petrolera. En este sector el uso de la biotecnología está principalmente dirigido hacia la eliminación de contaminantes presentes en las aguas, o bien de suelos que se han contaminado con hidrocarburos durante la obtención y procesamiento del petróleo. A ella hay que añadir que desde principios de la década de 1990, se han iniciado importantes esfuerzos de investigación y

desarrollo tecnológico dirigidos hacia la eliminación de compuestos azufrados y de metales mediante procedimientos biológicos (Quintero 2000).

Industria alimentaria. El uso de enzimas se ha incrementado, pues por una parte se pueden obtener nuevos productos con propiedades organolépticas diferentes, con consumos de energía mínimos y menor generación de contaminantes (Quintero 2000).

Industria agroindustrial. La obtención de nuevas enzimas cada vez más baratas en este sector, capaces de operar en condiciones ambientales más variadas, ha permitido que los procesos microbiológicos sean económicamente rentables y competitivos en el uso de residuos agrícolas, principalmente lignocelulósicos, o bien que las grandes cantidades excedentes de almidón sean utilizadas para la obtención de energía, y/o de productos de fermentación de gran volumen (Quintero 2000).

Sector agrícola. El uso de plantas transgénicas está creciendo rápidamente en los países industrializados, y aún cuando esto ha encontrado resistencias en algunas comunidades, la realidad en términos ambientales ha sido que se ha reducido el consumo de insecticidas y Herbicidas, con un aumento en la productividad agrícola y en el ingreso de los productores. En algunos otros casos, las nuevas propiedades de los productos vegetales transgénicos han disminuido el consumo energético en su procesamiento, o bien su nueva composición es tal que su rendimiento de transformación es mayor. Un área con crecimiento significativo es el uso de agrobiológicos. Tanto en la fertilización como en el control de plagas, estos productos son de carácter biodegradable, bastante específicos y su costo está disminuyendo rápidamente, lo que hará que su consumo aumente en el futuro (Quintero 2000).

2.8 Los Organismos Genéticamente Modificados y La Biodiversidad

Al principio del último siglo, desde el re-descubrimiento de las Leyes de Mendel el mejoramiento de la cosecha dejó de ser un acto meramente empírico y se transformó en un verdadero procedimiento científico. En estas variedades de élite de procedimiento se obtuvo a través de ciclos de cruz-polinización (hibridación), y la selección del rasgo empezó un proceso de tiempo consumido limitado a las mismas especies (Acosta, at al 2000). En el segundo año temprano de la mitad del siglo 20, la agricultura sufría transformaciones sensibles con la introducción de adelantos de la mecanización y el desarrollo de la industria de los productos químicos (fertilizantes, pesticidas y herbicidas), empezando lo que nosotros hemos llamado “la Revolución Verde”. En esta Era, el uso de variedades híbridas modernas y la adopción de prácticas agrícolas intensivas rindieron producción de comida más alto, sobre todo en países caracterizados por una explosión demográfica y los problemas de desnutrición concomitantes (China, India, Latino-América). Sin embargo, la Revolución Verde introdujo riesgos imprevistos al ambiente (Ayra 2003).

En recientes años, varios factores han empezado surgiendo y amenazando el futuro de humanidad. En el primer lugar, se ha observado un aumento espectacular de la población mundial. Hay en la actualidad, más de seis mil millones seres humanos que se mantienen en nuestro planeta (principalmente en Terceras áreas Mundiales) y la Organización de Alimentación Agrícola (FAO) ha estimado un aumento discreto a nueve mil millones por el año 2050 (García 2005). En paralelo, la reducción evidente de reservas globales de agua potable ya está volviéndose un problema grande para la supervivencia humana. Varias circunstancias asociadas con cambios climáticos han provocado una disminución significativa en las tierras cultivadas que directamente afectan rendimientos de alimentos. No es posible resolver estos problemas que usan prácticas agrícolas convencionales. También, debido a la aparición rápida de resistencia de la peste de los químicos, los pesticidas mucho más potentes alcanzan cada día el mercado que a su vez contamina tierras y riegan y envenena nuestras comidas (Ayra 2003).

Bajo estas condiciones, nuestro mundo está entrando en una nueva era de agricultura: la Era de Biotecnología Agrícola. Ahora, el papel central es que se está jugando con Genéticas Moleculares que han sido fortalecidas por el conocimiento básico en la Biología de la Planta y la aplicación de las técnicas de la Ingeniería Genética (Bifani 2003). El componente más espectacular de esta nueva ciencia es la Ingeniería Genética en plantas: la creación de plantas transgénicas en cuyo el genoma un ADN bien caracterizado extraído de una fuente diferente (planta, animal u organismo) se ha insertado establemente. De esta manera, es posible manipular plantas genéticamente (Ayra 2003).

Los científicos han aparecido en problemas asociados con las cosechas tradicionalmente mejoradas para anticipa posibles riesgos medioambientales de cosechas de transgénicos. Los riesgos potenciales se han evaluado como sigue:

- Escape de la inserción de ADN extraída a otras variedades que no son transgénicas o los parientes salvajes.
- La dispersión Desenfrenada de descendientes de plantas transgénicas que los transforman en las cizañas.
- La Inducción de resistencia de patógenos de la planta y pestes a los productos de transgénicos que los controlan.
- Los efectos Adversos no designados a los organismos benéficos (es decir, mariposas, abejas melíferas, los gusanos de tierra).

Es difícil ignorar los debates públicos internacionales que han estado revolviendo a menudo relacionados al impacto y amenazas a la biodiversidad de los organismos genéticamente modificados (García 2005).

I. Introducción

En las últimas décadas, la humana ha sido testigo de los impresionantes avances en Biotecnología, sobre todo en el campo de la ingeniería genética, lo cual ha permitido crear organismos no existentes antes en la naturaleza; entre ellos productos agrícolas mejor conocidos como transgénicos éstos creados con fin productivo y comercial (Alise, et al. 2005).

Los cultivos transgénicos han entrado en la agricultura hace una década con tres grandes productores en el mundo, Estados Unidos, Argentina y Canadá (Alise, et al. 2005). En Europa hasta ahora no se permite la producción con transgénicos, es básicamente un territorio libre de transgénicos mientras que en el continente Asiático China es uno de los principales productores de cultivos transgénicos. El continente Americano es donde más se producen transgénicos, sin importar los impactos que éstos pueden generar en la naturaleza (James, 2005).

En México ya se producen organismos genéticamente modificados (OGM) desde hace ya varios años, los principales cultivos transgénicos que se producen son el algodón, maíz y soya dado a que se cree que las soluciones de los diferentes problemas que existen en estos cultivos con la aplicación de la biotecnología podemos resolverlas sobre todo con la Ingeniería Genética de hoy en día (Alise, et al. 2005).

En la Comarca Lagunera ya se tienen casos sobre transgénicos en el maíz y algodón entre otros cultivos, todo este tema nos lleva a tomar reflexión sobre los beneficios y riesgos que existen con la aplicación de este tipo de biotecnologías, es por eso que con este trabajo se trata de tener una mejor información sobre todo en el tema biotecnología, especialmente en los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) como son los transgénicos (Galindo, 2000).

II. Revisión de Literatura

2.1 ¿Qué es Biotecnología?

La biotecnología no es, en sí misma, una ciencia; es un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias (biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, química, medicina y veterinaria entre otras) (Sasson 2001).

La biotecnología es una rama de las ciencias biológicas aplicada en la ingeniería genética y la tecnología del ADN recombinante. Entre muchos usos, la Biotecnología es usada en la manipulación del contenido genético (Genoma) de los organismos vivos, o de sus componentes, con el objetivo de mejorar el alimento y para luchar contra las enfermedades vegetales, del ganado y humanas (Editor 2001).

Como tal, la biotecnología ha sido utilizada por el hombre desde los comienzos de la historia en actividades tales como la preparación del pan y de bebidas alcohólicas o el mejoramiento de cultivos y de animales domésticos. Históricamente, la biotecnología implicaba el uso de organismos para realizar una tarea o función. Si se acepta esta definición, la biotecnología ha estado presente por mucho tiempo. Procesos como la producción de cerveza, vino, queso y yogurt implican el uso de bacterias o levaduras con el fin de convertir un producto natural como leche o jugo de uva, en un producto de fermentación más apetecible como el yogurt o el vino. Tradicionalmente la biotecnología tiene muchas aplicaciones. Un ejemplo sencillo es el compostaje, el cual aumenta la fertilidad del suelo permitiendo que microorganismos del suelo descompongan residuos orgánicos. Otras aplicaciones incluyen la producción y uso de vacunas para prevenir enfermedades humanas y animales. En la industria alimenticia, la producción de vino y de cerveza se encuentra entre los muchos usos prácticos de la biotecnología (Yager 2001).

La biotecnología moderna está compuesta por una variedad de técnicas derivadas de la investigación en biología celular y molecular, las cuales pueden ser utilizadas en cualquier industria que utilice microorganismos o células vegetales y animales. Esta tecnología permite la transformación de la agricultura (Yager 2001).

La biotecnología consiste en un gradiente de tecnologías que van desde las técnicas de la biotecnología "tradicional", largamente establecidas y ampliamente conocidas y utilizadas (fermentación de alimentos y control biológico), hasta la biotecnología moderna, basada en la utilización de las nuevas técnicas del DNA recombinante (llamadas de ingeniería genética), los anticuerpos monoclonales y los nuevos métodos de cultivo de células y tejidos (Sasson 2000).

2.2 ¿Qué son los Transgénicos?

A pesar de que los cultivos y alimentos transgénicos estén ya muy presentes en nuestros campos y comidas, existe todavía un gran desconocimiento de lo que son y de sus repercusiones en áreas tan diversas como la agricultura, la salud, la producción y distribución de los alimentos o la protección del medio ambiente (Quintanilla 2001).

Los organismos modificados genéticamente (OMG) se obtienen al insertar genes de otro ser vivo en su material genético, lo que implica que desarrollen propiedades que no presentarían naturalmente (Quintanilla 2001). Posteriormente se desarrollaron técnicas para transferir el material genético de una especie a otra completamente diferente. Este fue el origen de los seres transgénicos, comúnmente llamados organismos genéticamente modificados (OGM) o manipulados (Salinas 1999).

Los cultivos transgénicos que se están utilizando en la actualidad son de dos tipos:

- Los cultivos Bt, diseñados para controlar las plagas mediante la producción de una toxina.

- Los cultivos tolerantes a herbicidas que soportan grandes cantidades de un determinado producto químico utilizado para matar a toda la vegetación del campo salvo el cultivo.

Por lo tanto las propiedades provocadas artificialmente en los OMG comercializados hoy en día, cumplen una función en el campo en el control de plagas y malas hierbas, pero no aportan ningún valor añadido a los alimentos que se obtienen a partir de ellos (Quintanilla 2001).

2.3 Biotecnología en México

En México, el nivel de la biotecnología es alto y contamos con científicos de primera línea en varias áreas, incluida la biotecnología moderna. El país cuenta con varias instituciones de investigación de excelencia que trabajan en temas de biotecnología y más de trescientos investigadores se dedican de tiempo completo en México a estudiar diversos aspectos de esta rama de la ciencia. Existen varios postgrados de excelencia en los que se preparan los nuevos biotecnólogos sin contar a las múltiples empresas dedicadas a producir bebidas alcohólicas y derivados lácteos. En el país existen más de setenta empresas biotecnológicas que producen la mayor parte de los más de cien productos netamente biotecnológicos que se encuentran en el mercado mexicano (Galindo 2000).

A partir de la década de 1960, con la aparición de las computadoras y su empleo en el procesamiento de la información, se inició una transformación radical en las formas y vías de diseminación de la información científica y de su transformación en conocimiento. Más adelante, con la proliferación de las computadoras personales y el aumento de sus capacidades de procesamiento y almacenamiento, esta tendencia se masificó y se crearon las condiciones para la generalización de la edición electrónica de revistas científicas y su integración a las redes locales y a Internet (Editor 2001). El crecimiento de la población mundial y el mejoramiento del estándar de vida, hacen que se incremente la demanda de productos alimenticios y, por consiguiente, es necesario que aumente la

producción agrícola. La mecanización de la producción, la introducción de productos químicos y el mejoramiento genético de los cultivos, han tenido un impacto importante en el rendimiento de la agricultura, pero las dos primeras requieren una gran inversión de capital. Por esta razón, estos adelantos tecnológicos han beneficiado fundamentalmente a los países desarrollados (Sasson 2000).

Cuadro 1. Instituciones con Mayor Grado de Participación y Consolidación en Biotecnología Agrícola.

Institución	Investigadores
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Irapuato	36
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	31
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Tigo.	23
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	19
Instituto de Biotecnología, UNAM.	15
Colegio de Postgraduados	16
Universidad Autónoma de Nuevo León	13
Universidad de Guadalajara	11
Universidad Autónoma Chapingo	11
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, UNAM	10
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco	9
Universidad Autónoma de Aguascalientes	6
Universidad Autónoma de Estado de Morelos	5
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados- DF	3
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa	2
Centro de Investigación en Biotecnología	
total	208

2.3.1 El escenario Nacional, 2000-2020.

Evolución demográfica.

De acuerdo con el censo de población y vivienda del 2000, la población del país superará los 97 millones de habitantes, de los cuales poco más del 70 % se encuentra en zonas urbanas (Bolívar 2002).

Si se mantienen las tendencias de crecimiento establecidas, para el 2020 la población será de 120 millones, de los cuales más del 75% se localizará en zonas urbanas. Se espera que para el 2010, el ingreso *per capita* se duplique, y el porcentaje de población más pobre se reduzca del 40% al 30% (Bolívar 2002).

Habrán cambios sustanciales en la estructura de la población por edades, con implicaciones importantes para la sociedad mexicana. Habrá una reducción de la población de 0-14 años. Los segmentos más avanzados de edad, representarán una mayor proporción (Bolívar 2002).

2.3.2. Declaración de la FAO sobre Biotecnología

La biotecnología ofrece instrumentos poderosos para el desarrollo sostenible de la agricultura, la pesca y la actividad forestal, así como de las industrias alimentarias. Cuando se integra debidamente con otras tecnologías para la producción de alimentos, productos agrícolas y servicios, la biotecnología puede contribuir en gran medida a satisfacer, en el nuevo milenio, las necesidades de una población en crecimiento y cada vez más urbanizada (FAO 2006).

Hay una amplia gama de "biotecnologías" con distintas técnicas y aplicaciones. El Convenio sobre la diversidad biológica (CDB) define 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"*.

Interpretada en este sentido amplio, la definición de biotecnología abarca muchos de los instrumentos y técnicas que se usan normalmente en la agricultura

y la producción de alimentos. Interpretada en un sentido más estricto, que considera las nuevas técnicas de ADN, la biología molecular y las aplicaciones tecnológicas reproductivas, la definición abarca una gama de tecnologías diferentes, como la manipulación y transferencia de genes, tipificación del ADN y clonación de plantas y animales (FAO 2006).

Aunque hay poca controversia sobre muchos de los aspectos de la biotecnología y su aplicación, los organismos modificados genéticamente han llegado a ser objeto de un debate muy intenso y, a veces, con gran carga emocional. La FAO reconoce que la ingeniería genética puede contribuir a elevar la producción y productividad en la agricultura, selvicultura y pesca. Puede dar lugar a mayores rendimientos en tierras marginales de países donde actualmente no se pueden cultivar alimentos suficientes para alimentar a sus poblaciones. Existen ya ejemplos de la ayuda que la ingeniería genética presta para reducir la transmisión de enfermedades humanas y de los animales gracias a nuevas vacunas. Se ha aplicado la ingeniería genética al arroz para que contenga provitamina A y hierro, lo que mejora la salud de muchas comunidades de bajos ingresos (FAO 2006).

Otros métodos biotecnológicos han dado lugar a organismos que mejoran la calidad y consistencia de los alimentos o que limpian derrames de hidrocarburos y eliminan metales pesados en ecosistemas frágiles. El cultivo de tejidos ha producido plantas que elevan los rendimientos de los cultivos proporcionando a los agricultores material de plantación más sano. La selección con la ayuda de marcadores y la caracterización del ADN permiten desarrollar genotipos mejores de todas las especies vivientes de forma mucho más rápida y selectiva. Proporcionan también nuevos métodos de investigación que pueden contribuir a la conservación y caracterización de la biodiversidad. Las nuevas técnicas permitirán a los científicos reconocer y centrar los esfuerzos en lugares de caracteres cuantitativos para incrementar así la eficiencia del mejoramiento genético en relación con algunos problemas agronómicos tradicionalmente inabordables, como la resistencia a la sequía o mejores sistemas radiculares (FAO 2006).

No obstante, la FAO reconoce también la preocupación por los riesgos potenciales que plantean algunos aspectos de la biotecnología. Tales riesgos pueden clasificarse en dos categorías fundamentales: los efectos en la salud humana y de los animales y de las consecuencias ambientales. Hay que actuar con precaución para reducir los riesgos de transferir toxinas de una forma de vida a otra, de crear nuevas toxinas o de transferir compuestos alergénicos de una especie a otra, lo que podría dar lugar a reacciones alérgicas imprevistas. Entre los riesgos para el medio ambiente cabe señalar la posibilidad de cruzamientos exteriores que podrían dar lugar, por ejemplo, al desarrollo de malas hierbas más agresivas o de parientes silvestres con mayor resistencia a las enfermedades o provocar tensiones ambientales, trastornando el equilibrio del ecosistema. También se puede perder la biodiversidad, por ejemplo, como consecuencia del desplazamiento de cultivares tradicionales por un pequeño número de cultivares modificados genéticamente (FAO 2006).

La FAO apoya un sistema de evaluación de base científica que determine objetivamente los beneficios y riesgos de cada organismo modificado genéticamente. Para ello hay que adoptar un procedimiento prudente caso por caso para afrontar las preocupaciones legítimas por la bioseguridad de cada producto o proceso antes de su homologación. Es necesario evaluar los posibles efectos en la biodiversidad, el medio ambiente y la inocuidad de los alimentos, y la medida en que los beneficios del producto o proceso compensan los riesgos calculados. El proceso de evaluación deberá tener en cuenta la experiencia adquirida por las autoridades nacionales de normalización al aprobar tales productos. También es imprescindible un atento seguimiento de los efectos de estos productos y procesos después de su homologación a fin de asegurar que sigan siendo inocuos para los seres humanos, los animales y el medio ambiente (FAO 2006).

Actualmente la investigación biotecnológica tiende a concentrarse en el sector privado y a orientarse hacia la agricultura en los países de ingresos más altos donde hay poder adquisitivo para sus productos. Dada la contribución potencial de las biotecnologías para incrementar el suministro de alimentos y superar la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad, la FAO considera que hay

que hacer lo posible para conseguir que los países en desarrollo en general y los agricultores con pocos recursos, en particular, se beneficien más de la investigación biotecnológica, manteniendo a la vez su acceso a una diversidad de fuentes de material genético. La FAO propone que se atienda esta necesidad mediante una mayor financiación pública y un diálogo entre los sectores público y privado (FAO 2006).

La FAO sigue prestando asistencia a sus Estados Miembros, especialmente a los países en desarrollo, para que obtengan los beneficios derivados de la aplicación de biotecnologías en la agricultura, la selvicultura y la pesca, por ejemplo, mediante la Red de cooperación técnica en biotecnología vegetal para América Latina (REDBIO), en la que participan 33 países. La Organización ayuda también a los países en desarrollo a participar de forma más eficaz y equitativa en el comercio internacional de productos básicos y alimentos. Facilita información y asistencia técnica, así como análisis socioeconómicos y ambientales, sobre las principales cuestiones mundiales relacionadas con las novedades tecnológicas. Cuando es necesario, la FAO actúa como "honesto intermediario" proporcionando un foro para los debates (FAO 2006).

Por ejemplo, juntamente con la Organización Mundial de la Salud, la FAO proporciona la secretaría de la Comisión del Codex Alimentarius que acaba de establecer un Grupo de Acción Intergubernamental Especial sobre Alimentos obtenidos por medios biotecnológicos, en el que expertos designados por los gobiernos elaborarán normas, directrices o recomendaciones, según proceda, para alimentos derivados de biotecnologías o caracteres introducidos en alimentos por métodos biotecnológicos. La Comisión del Codex Alimentarius está estudiando también el etiquetado de alimentos derivados de biotecnologías para permitir al consumidor hacer una elección con conocimiento de causa (FAO 2006).

Otro ejemplo es la Comisión de la FAO sobre Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, que constituye un foro intergubernamental permanente donde los países están elaborando un Código de conducta sobre biotecnología con el fin de elevar al máximo los beneficios de las biotecnologías modernas y reducir al mínimo los riesgos. El Código se basará en

consideraciones científicas y tendrá en cuenta las repercusiones ambientales, socioeconómicas y éticas de la biotecnología. Lo mismo que las aplicaciones en medicina, estos aspectos éticos justifican un examen responsable. Por consiguiente, la Organización está trabajando para establecer un comité internacional de expertos sobre ética en la alimentación y la agricultura (FAO 2006).

La FAO está tratando constantemente de determinar los beneficios potenciales y los riesgos posibles asociados con la aplicación de tecnologías modernas para incrementar la productividad y la producción de plantas y animales. No obstante, los responsables de la formulación de políticas en relación con estas tecnologías siguen siendo los mismos gobiernos de los Estados Miembros (FAO 2006).

2.4 Aceptación Pública de la Biotecnología y de los Alimentos Transgénicos

Las encuestas pueden ser una herramienta rápida y efectiva para tener información sobre la visión de distintos tipos de público en relación a su conocimiento y percepción respecto a la biotecnología. No obstante se debe tener claro que representan un cuadro de opinión pública estático, ya que reflejan una sola vía de intercambio de información (Gili 2001).

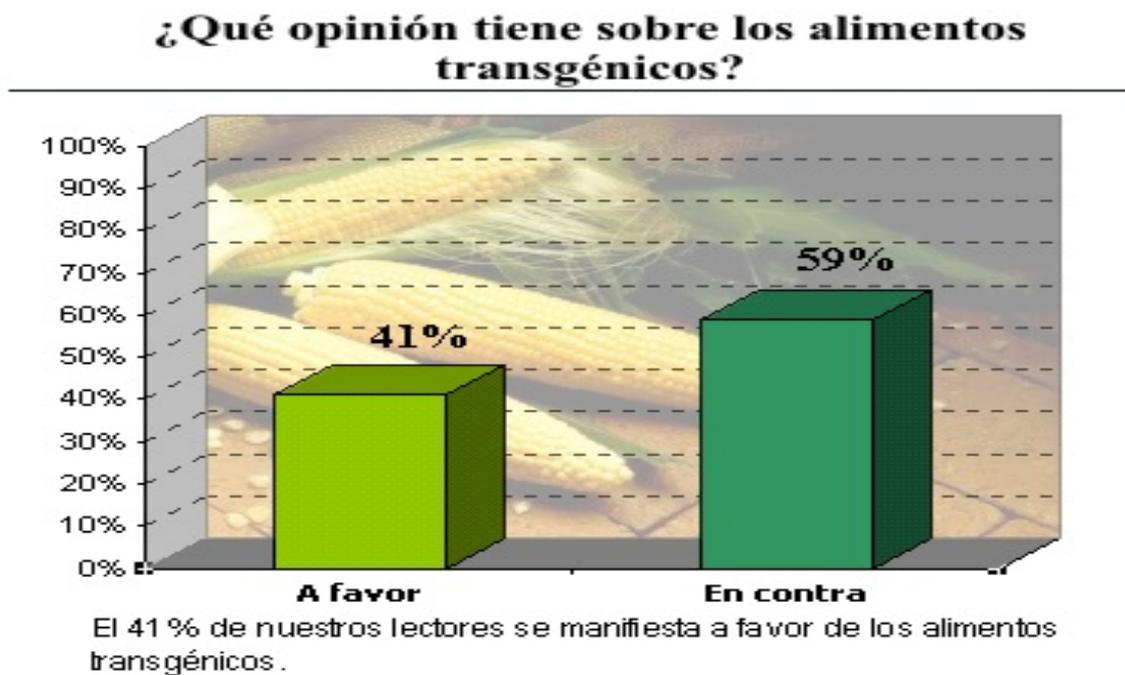
Según una encuesta realizada en 1997, los europeos consideran que la biotecnología presenta beneficios para la sociedad, pero están en contra de algunas aplicaciones que las consideran de baja utilidad y altamente riesgosas (Gili 2001).

Entre éstas se incluyen la ingeniería genética en los alimentos, la transferencia de genes humanos a animales y la modificación del genoma de plantas de consumo humano (Gili 2001).

Sin embargo, la aplicación de éstas técnicas para la producción de nuevos fármacos fue considerada útil para la sociedad (Gili 2001).

En Estados Unidos y Canadá, existe una mayor aceptación pública sobre la utilización de técnicas de modificación genética en los productos derivados de la agricultura. Esto se debe a que existe mayor confianza en las instituciones fiscalizadoras. En general, el conocimiento de la población sobre biotecnología y AT es muy bajo. La deficiente información, principalmente basada en ciertos mitos que no tienen base científica, produce rechazo al uso de estas tecnologías. Esto se refleja en que sólo un 59% que se debería prohibir para producir alimentos y sólo un 41% estaría dispuesto a consumir Alimentos Transgénicos (Gili 2001).

Fig. 1. Aceptación de los alimentos Transgénicos.



Fuente: Gili, 2001.

2.5 La Contribución de las Biotecnologías a la Alimentación

El crecimiento de la población mundial y el mejoramiento del estándar de vida hacen que se incremente la demanda de productos alimenticios y, por consiguiente, es necesario que aumente la producción agrícola. La mecanización de la producción, la introducción de productos químicos y el mejoramiento genético de los cultivos, han tenido un impacto importante en el rendimiento de la agricultura, pero las dos primeras requieren una gran inversión de capital. Por esta razón, estos adelantos tecnológicos han beneficiado fundamentalmente a los países desarrollados (Quintero 2000). En consecuencia, la alternativa más factible es el mejoramiento genético de las plantas y, con la participación inevitable de las biotecnologías, se podrían resolver los problemas de resistencia a plagas y a enfermedades, y a factores de estrés abiótico, como la sequía, el frío, la salinidad, el agotamiento de los suelos, entre otros. Estos factores adversos son los que tienen mayor repercusión en las pérdidas considerables que afectan cada año a la agricultura (Sasson 2001).

Ha habido cuatro avances importantes en el conocimiento biológico que han permitido extender el uso y aplicación de la biotecnología en diversos sectores productivos:

2.5.1 Industria petrolera. En este sector, el uso de la biotecnología está principalmente dirigido hacia la eliminación de contaminantes presentes en las aguas, o bien de suelos que se han contaminado con hidrocarburos durante la obtención y procesamiento del petróleo. A ello hay que añadir que desde principios de la década de 1990, se han iniciado importantes esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico dirigidos hacia la eliminación de compuestos azufrados y de metales mediante procedimientos biológicos (Quintero 2000).

2.5.2 Industria alimentaria. El uso de enzimas se ha incrementado, pues por una parte se pueden obtener nuevos productos con propiedades organolépticas diferentes, con consumos de energía mínimos y menor generación de contaminantes (Quintero 2000).

2.5.3. Industria agroindustrial. La obtención de nuevas enzimas cada vez más baratas en este sector, capaces de operar en condiciones ambientales más variadas, ha permitido que los procesos microbiológicos sean económicamente rentables y competitivos en el uso de residuos agrícolas, principalmente lignocelulósicos, o bien que las grandes cantidades excedentes de almidón sean utilizadas para la obtención de energía y/o de productos de fermentación de gran volumen (Quintero 2000).

2.5.4 Sector agrícola. El uso de plantas transgénicas está creciendo rápidamente en los países industrializados, y aún cuando esto ha encontrado resistencias en algunas comunidades, la realidad en términos ambientales es que se ha reducido el consumo de insecticidas y herbicidas, con un aumento en la productividad agrícola y en el ingreso de los productores. En algunos otros casos, las nuevas propiedades de los productos vegetales transgénicos han disminuido el consumo energético en su procesamiento, o bien, su nueva composición es tal que su rendimiento de transformación es mayor. Un área con crecimiento significativo es el uso de agrobiológicos. Tanto en la fertilización como en el control de plagas, estos productos son de carácter biodegradable, bastante específicos y su costo está disminuyendo rápidamente, lo que hará que su consumo aumente en el futuro (Quintero 2000).

2.6 Métodos de transformación genética de plantas

Con las metodologías del DNA recombinante ahora es posible la producción de organismos modificados genéticamente o transgénicos, en los que se han insertado genes heterólogos mediante su manipulación en el laboratorio. Particularmente en plantas, el poder introducir nueva información genética requiere que se cumpla con los siguientes dos requisitos: a) disponer de un método para la regeneración *in vitro* de la especie de interés, y b) contar con un método de transformación eficiente para la misma (Zapata, 2004).

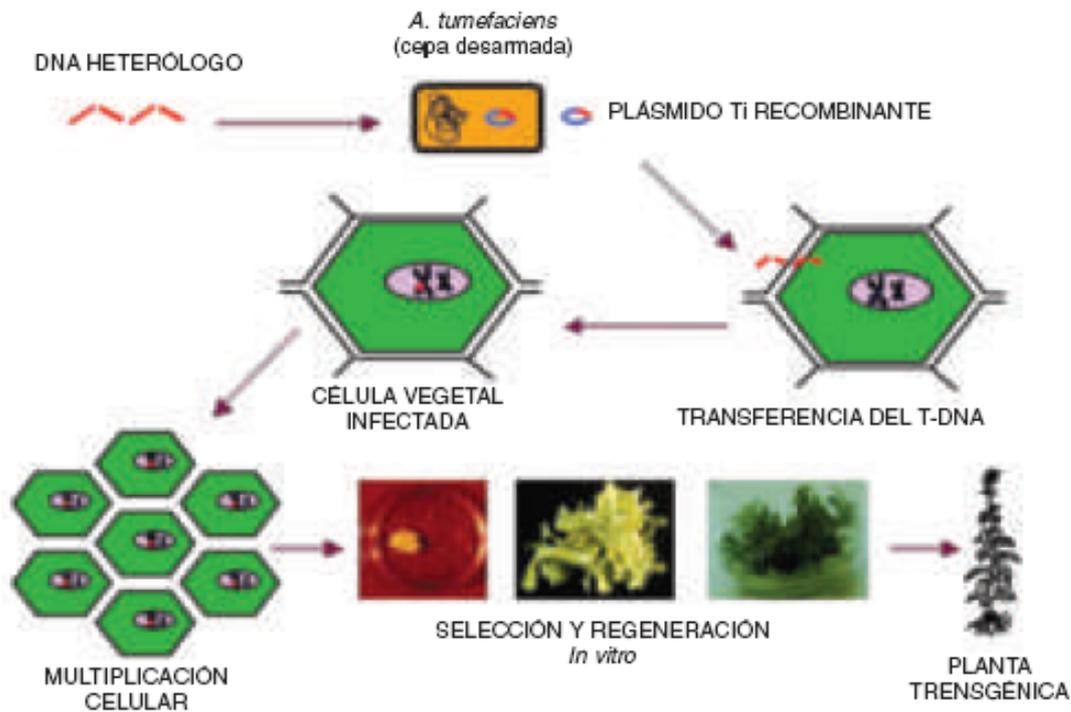
Puesto que las técnicas de cultivo de tejidos hacen posible que a partir de cualquier célula o tejido se puedan regenerar plantas completas, su uso resulta

indispensable para la regeneración de individuos transgénicos que contengan la nueva información genética (Zapata, 2006). En lo que a transformación se refiere, es necesario contar con un método que permita tanto la introducción del material genético que se pretende incorporar, como su integración estable, funcional y heredable en el genoma vegetal (Rouzing, 2006).

El primer método diseñado para la transformación de células vegetales, que ha resultado el más exitoso y por consecuencia el más usado, surgió del estudio detallado del mecanismo de infección de la bacteria fitopatógena *Agrobacterium tumefaciens*. Desde entonces, los esfuerzos fueron enfocados a conocer los mecanismos de transferencia de este DNA, con la idea de adecuar este sistema para transferir genes a plantas (Rouzing, 2006).

El sistema de transformación de plantas basado en *Agrobacterium*, sigue siendo la primera opción cuando se piensa en recuperar plantas transgénicas de una especie sobre la que no existen antecedentes al respecto. La técnica ha sido aplicada con éxito para obtener plantas transgénicas de un gran número de especies vegetales dicotiledóneas y, recientemente, se ha logrado con él la transformación de maíz y arroz, por lo que se sugiere que el sistema es susceptible de emplearse para transformar cualquier especie vegetal (Zapata, 2004).

Fig. 2. Fitomejoramiento mediante Ingeniería Genética



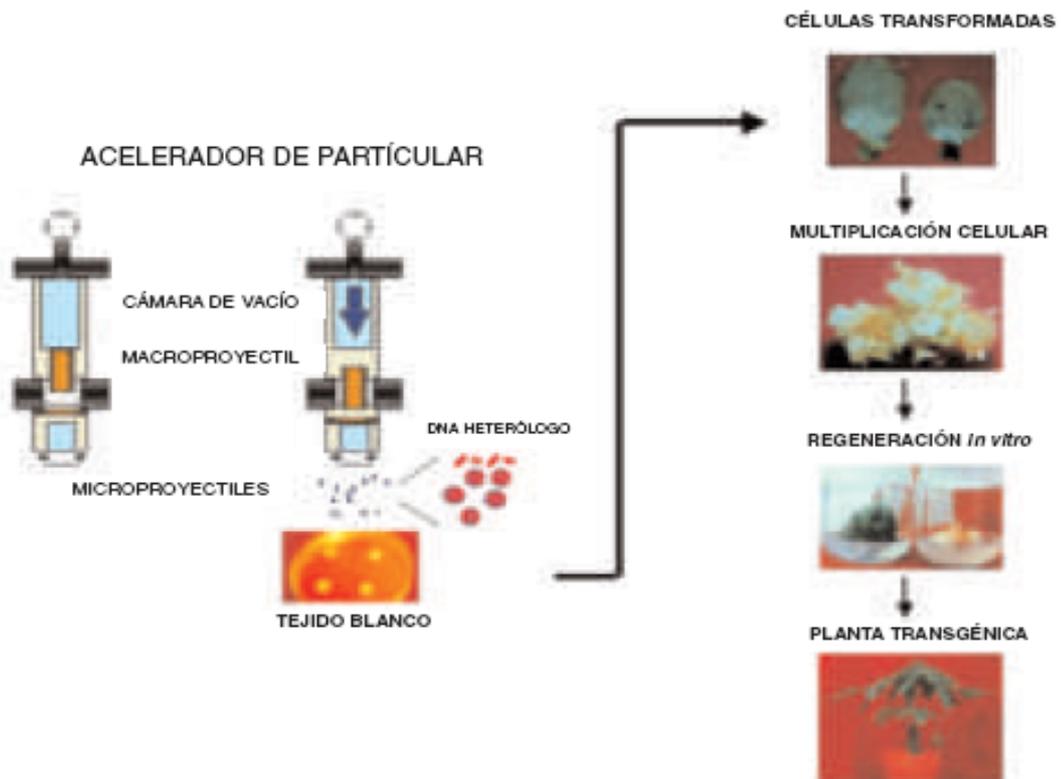
Fuente: Zapata, 2004

Gracias a la biotecnología podemos aislar y clonar genes de interés antropocéntrico. Mediante el empleo de alguno de los métodos de transformación disponibles, dichos genes pueden incorporarse en el genoma de las plantas en un solo ciclo de cultivo (Zapata 2004).

Otra de las herramientas que existen para la introducción directa de ácidos nucleicos a células vegetales es la biobalística. Dicha técnica representa un método físico de transformación y consiste en el bombardeo de tejidos con micropartículas cubiertas con DNA o con cualquier otra biomolécula que se pretenda introducir a células vegetales. Si bien diseñada recientemente, la biobalística es el método no biológico con el que se han obtenido los mejores resultados. Para el caso, se utilizan microproyectiles de oro o tungsteno (químicamente inertes), que gracias a un acelerador de partículas son disparados a velocidad supersónica, que les permite atravesar la pared y la membrana de la célula vegetal bombardeada sin causarle daños letales (Rouzing, 2006).

En realidad, la biobalística ha demostrado ser la mejor opción para la producción rutinaria de plantas transgénicas de cultivos tan importantes como soya, maíz, sorgo, papaya, espárrago, caña de azúcar, arroz y trigo, cuya transformación por otros métodos había sido más bien anecdótica (Zapata 2004).

Fig. 3. Biobalística



Fuente: Zapata, 2004.

La aceleración supersónica de micropartículas de oro o tungsteno recubiertas de DNA, mediante el uso de una pistola de aire, permite la introducción de DNA a células vegetales y su eventual integración en los cromosomas. La regeneración de plantas transgénicas a partir de las células bombardeadas es posible gracias al uso de técnicas de cultivo de tejidos (Zapata 2004).

III. LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

CAPITULO I

3.1. Objetivo y finalidades

ARTÍCULO 1.- La presente ley es de orden público y de interés social, y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, importación y exhortación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que ésta actividades pudieran ocasionar en la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica o la sanidad animal, vegetal y acuícola.

ARTÍCULO 2.- Para cumplir su objeto, este ordenamiento tiene como finalidades:

I. Garantizar un nivel adecuado y eficiente de protección de la salud humana, del medio ambiente y la biodiversidad biológica y de la sanidad animal, vegetal y acuícola, respecto de los efectos adversos que pudiera causarles la realización de actividades con organismos genéticamente modificados.

CAPITULO II

3.1.1. Principios en Materia de Bioseguridad

ARTÍCULO 9.- Para la información y conducción de la política de bioseguridad y la expedición de la reglamentación y de las normas oficiales mexicanas que deriven de esta ley, se observarán los siguientes principios:

I. La Nación Mexicana es poseedora de una biodiversidad de las más amplias en el mundo, y en su territorio se encuentran áreas que son centro de origen y diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas, potenciadas y aprovechadas sustentablemente, por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo sustentable del país.

II. El Estado tiene la obligación de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su alimentación, salud, desarrollo y bienestar;

III. La biodiversidad de los OGMs tiene como objeto garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la utilización confinada, la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial, la importación y la exportación de dichos organismos resultantes de la biotecnología moderna que pueden tener efectos adversos para la conservación y utilización sustentable del medio ambiente y de la diversidad biológica, así como de la salud humana y de la sanidad animal, vegetal y acuícola;

IX. La liberación de OGMs en el ambiente debe realizarse “paso por paso” conforme a lo cual, todo OGM que esté destinado a ser liberado comercialmente, debe ser previamente sometido a pruebas satisfactorias conforme a los estudios de riesgo, la evaluación de riesgos y los reportes de resultados aplicables en la realización de actividades de liberación experimental y de liberación en programa piloto de dichos organismos, en términos de esta Ley.

XIX. La experimentación de OGMs o con cualquier otro organismo para fines de fabricación y/o utilización de armas biológicas quedará prohibida en el territorio nacional.

CAPITULO III

3.1.2. De las Competencias en Materia de Bioseguridad

ARTÍCULO 11.- Corresponde a la SEMARNAT el ejercicio de las siguientes facultades respecto de actividades con todo tipo de OGMs, salvo cuando se trate de OGMs que correspondan a la SAGARPA:

II. Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con OGMs pudieran ocasionar al medio ambiente y a la diversidad biológica, con base en los estudios de riesgo y los reportes de resultados que elaboren y presenten los interesados, en los términos de esta Ley.

ARTÍCULO 12.- Corresponde a la SAGARPA el ejercicio de las facultades que le confiere esta ley, cuando se trate de actividades con OGMs en los casos siguientes:

I. Vegetales que se consideren especies agrícolas, incluyendo semillas y cualquier otro organismo o producto considerado dentro del ámbito de aplicación de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, excepto de la especies silvestres y forestales reguladas por la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, respectivamente, y aquéllas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas derivadas de esas leyes.

ARTÍCULO 14.- En los casos en que a la SEMARNAT le corresponde el conocimiento, tramitación y resolución de una solicitud de permiso, tratándose de especies silvestres y forestales, deberá remitir el expediente respectivo a la SAGARPA para que emita la opinión que corresponde.

ARTÍCULO 16.- Corresponde a la SSA el ejercicio de las siguientes facultades en relación con los OGMs:

VI. Solicitar a la SEMARNAT o a la SAGARPA, según se trate, con apoyo en elementos técnicos y científicos, la suspensión de los efectos de los permisos de liberación al ambiente de OGMs, cuando disponga de información de la que se deduzca que la actividad permitida por esas Secretarías supone riesgos superiores a los previstos que pudieran afectar a la salud humana;

TÍTULO SEGUNDO

3.2. De los Permisos

CAPITULO I

3.2.1. Disposiciones Comunes

ARTÍCULO 33.- Una vez que las Secretarías correspondientes reciban una solicitud de permiso de liberación al ambiente de OGMs, y siempre y cuando cumpla con la información y los requisitos establecidos en esta Ley, deberán remitir al registro, para su inscripción y publicidad respectivas. Una vez realizado lo anterior, la Secretaría a la que le corresponde resolver la solicitud de permiso de liberación de OGMs al ambiente, pondrá a disposición del público dicha solicitud para su consulta pública, debiendo observar las predicciones de confidencialidad establecidas en esta Ley. Dicha Secretaría podrá hacer uso de los medios que considere idóneos a efecto de poner a disposición del público la solicitud del permiso respectivo.

ARTÍCULO 36.- Para la liberación experimental, en programa piloto o comercial de OGMs al ambiente, surtirán efectos de permisos de importación de dichos organismos para ser liberados en forma experimental, en programa piloto o comercial según sea el caso, en los términos y condiciones que se establezcan en los propios permisos. Lo anterior, sin perjuicio de que la importación de los OGMs de que se trate, quede sujeta al régimen fitosanitario o acuícola establecido en la legislación de la materia que corresponda.

CAPITULO II

3.2.2. Requisitos para la Obtención de Permisos

SECCIÓN I

3.2.3. Permiso para la liberación experimental al ambiente

ARTÍCULO 47.- El titular del permiso estará obligado a informar inmediatamente a la Secretaría correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

ARTÍCULO 49.- Las liberaciones experimentales al ambiente de OGMs se realizarán al amparo y conforme a los términos y condiciones que establezca el permiso. En caso de que dicho permiso comprenda la realización de diversas

liberaciones del mismo OGM en la misma área geográfica establecida en el permiso, en el mismo se podrá establecer el requisito de aviso de cada liberación.

CAPITULO VIII

3.2.4. Exportación de OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países

ARTÍCULO 72.- Los interesados en exportar OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países, notificarán por sí, conforme se determine en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, su intención de exportar dichos organismos, a las autoridades competentes del país respectivo,. Dicha notificación sólo se realizará en los casos en que los tratados y acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, establezcan ese requisito para efectuar la exportación al país de que se trate. La información que el interesado adjunte a la notificación a que se refiere este artículo, deberá ser exacta, fidedigna y ajustada a lo que establezcan dichos tratados y acuerdos internacionales.

TÍTULO TERCERO

3.3. De la Utilización Confinada y Avisos

CAPÍTULO I

3.3.1. Utilización Confinada

ARTICULO 76.- El transporte OGMs o de productos que los contengan, así como el tránsito de dichos organismos y productos por el territorio nacional, cuando tengan como destino otro país, se regirán por las normas oficiales mexicanas que expidan de manera conjunta las Secretarías competentes, con la participación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

TÍTULO SEXTO

3.4. Etiquetado e Identificación de OGMs

ARTÍCULO 101.- Los OGMs o productos que contengan organismos genéticamente modificados, autorizados por la SSA por su inocuidad en los términos de esta Ley y que sean para consumo humano directo, deberán garantizar las referencias explícitas de organismos genéticamente modificados y señalar en la etiqueta la información de su composición alimenticia o sus propiedades nutrimentales, en aquellos casos en que estas características sean significativamente diferentes respecto de los productos convencionales, y además cumplir con los requisitos generales adicionales de etiquetado conforme a las normas oficiales mexicanas que expida la SSA, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias, con la participación de la Secretaría de Economía.

La información que contengan las etiquetas, conforme a lo establecido en este artículo, deberá ser veraz, objetiva, clara, entendible, útil para el consumidor y sustentada en información científica y técnica.

El etiquetado de OGMs que sean semillas o material vegetativo destinado a siembra, cultivo y producción agrícola, quedará sujeto a las normas oficiales mexicanas que expida la SAGARPA con la participación de la Secretaría de Economía. Respecto de este tipo de OGMs, será obligatorio consignar en la etiqueta que se trata de organismos genéticamente modificados, las características de la combinación genética adquirida y sus implicaciones relativas a condiciones especiales y requerimientos de cultivo, así como los cambios en las características reproductivas y productivas.

La evaluación de la conformidad de dichas normas oficiales mexicanas la realizarán la SSA, la SAGARPA y la Secretaría de Economía en el ámbito de sus respectivas competencias y las personas acreditadas y aprobadas conforme a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

TÍTULO DÉCIMO PRIMERO

3.5. Infracciones, Sanciones y Responsabilidades

CAPÍTULO I

3.5.1. De las Infracciones

ARTÍCULO 119.- Incurre en infracciones administrativas a las disposiciones de esta Ley, la persona que, con pleno conocimiento de que se trata de OGMs:

I. Realice actividades con OGMs sin contar con los permisos y las autorizaciones respectivas;

CAPÍTULO II

3.5.2. De las Sanciones

ARTÍCULO 120.- Las infracciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, señaladas en artículo anterior, serán sancionadas administrativamente por las secretarías competentes, con una o mas de las siguientes sanciones:

I. Multa de quince mil uno a treinta días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal a quien cometa las infracciones previstas en las fracciones de artículo 119 de este ordenamiento.

En caso de reincidencia, se duplicará el monto de la multa que corresponda. Para los efectos de esta fracción, se considera reincidente al infractor que incurra más de una vez en conductas que impliquen infracciones a un mismo precepto, en un período de dos años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría competente determine mediante una resolución definitiva la comisión de la primera infracción, y siempre que esta no hubiese sido desvirtuada;

3.6. Análisis de la ley de transgénicos

Es importante señalar desde el punto de vista como Agroecólogo que esta Ley me parece que esta muy completa dado a que tiene muy explícito en cada

uno de sus artículos lo importante que es tener regulados los OGMs, ya que es muy interesante tener en cuenta los beneficios y los daños que podemos tener en la salud humana, el medio ambiente, la diversidad biológica, la sanidad animal, vegetal y acuícola.

Por otra parte yo propondría que se le diera más importancia a esta ley en las empresas y las universidades importantes dado a que de esta ley parte el daño que le podemos hacer a nuestros ecosistemas, a nuestro medio ambiente y sobre todo a la salud humana por lo que me parece que estamos a tiempo para trabajar en mejorar esta ley de manera que no causemos daño alguno a nuestros ecosistemas que aún existen en nuestro país y sobre todo a nivel mundial.

En esta ley se tocaron varios puntos en cuanto a los OGMs pero algo que me pareció muy importante desde el punto de vista como Agroecologo es el etiquetado de estos productos dado que así todos estamos enterados de que existen y ya depende de cada persona si estamos dispuestos a consumir este tipo de productos o no, aún sabiendo los daños que pueden causar en nuestra salud y sobre todo en nuestro medio ambiente.

Es importante señalar que con este tipo de leyes nos damos cuenta que ya se esta trabajando para tener un control en México de los cultivos transgénicos que hoy en día se están produciendo con fines comerciales o de trabajos de campo y laboratorio. Hay que tener en cuenta que este tipo de leyes benefician a nuestra agricultura y sobre todo protegen nuestro ecosistema de todo tipo de contaminación genética.

IV. Los Organismos Genéticamente Modificados y La Biodiversidad

La utilización de los Organismos Genéticamente Modificados (OMG) se debe insertar en un modelo de desarrollo agrícola integral y sustentable. Por su parte, la sociedad en su conjunto debe llegar a un consenso sobre el nivel de

riesgo que está dispuesta a asumir en la aplicación de éstas, así como de cualquier otra tecnología. No manejar esta temática con una agrotecnia adecuada, puede conducir a usos inadecuados que resulten en efectos adversos para la biodiversidad y el medio ambiente (Adams 2000).

Los promotores de los cultivos genéticamente modificados prometen altos rendimientos y soluciones a los problemas ambientales causados por el uso intensivo de pesticidas, y por lo tanto indican, serán útiles para el fomento de la agricultura sustentable. Pero, ¿por qué la agricultura sustentable no ha adoptado cultivos genéticamente modificados? Los promotores a largo plazo de la agricultura sustentable cuestionan la viabilidad de estas promesas y precisan las muchas amenazas que los cultivos genéticamente modificados plantean a la biodiversidad y al futuro de la agricultura sustentable (García 2005).

La evaluación de los impactos y los beneficios de los cultivos genéticamente modificados para la biodiversidad y la agricultura sustentable es una tarea compleja que va más allá del análisis de datos y estadísticas de artículos que muestren los pros o contras acerca de los Genéticamente Modificados. El objetivo principal de este artículo es usar la información disponible para examinar el impacto que posee la tecnología de los Genéticamente Modificados para la biodiversidad y la agricultura en un contexto ecológico, social justo, viablemente económico y amigable con el ambiente para una agricultura favorable en el futuro (García 2005).

Al principio del último siglo, desde el redescubrimiento de las Leyes de Mendel, el mejoramiento de la cosecha dejó de ser un acto meramente empírico y se transformó en un verdadero procedimiento científico. En estas variedades de élite de procedimiento se obtuvo a través de ciclos de cruz-polinización (hibridación), y la selección del rasgo empezó un proceso de tiempo consumido limitado a las mismas especies (Acosta, et al 2000). En el segundo año temprano de la mitad del siglo 20, la agricultura sufría transformaciones sensibles con la introducción de adelantos de la mecanización y el desarrollo de la industria de los productos químicos (fertilizantes, pesticidas y herbicidas), empezando lo que nosotros hemos llamado "la Revolución Verde". En esta Era, el uso de variedades

híbridas modernas y la adopción de prácticas agrícolas intensivas rindieron producción de comida más alta, sobre todo en países caracterizados por una explosión demográfica y los problemas de desnutrición concomitantes (China, India, Latino-América). Sin embargo, la Revolución Verde introdujo riesgos imprevistos al ambiente (Ayra 2003).

En recientes años, varios factores han empezado surgiendo y amenazando el futuro de humanidad. En primer lugar, se ha observado un aumento espectacular de la población mundial. Hay en la actualidad, más de seis mil millones seres humanos que se mantienen en nuestro planeta (principalmente en Terceras áreas Mundiales) y la Organización de Alimentación Agrícola (FAO) ha estimado un aumento discreto a nueve mil millones por el año 2050 (García 2005). En paralelo, la reducción evidente de reservas globales de agua potable ya está volviéndose un problema grande para la supervivencia humana. Varias circunstancias asociadas con cambios climáticos han provocado una disminución significativa en las tierras cultivadas que directamente afectan rendimientos de alimentos. No es posible resolver estos problemas que usan prácticas agrícolas convencionales. También, debido a la aparición rápida de resistencia de la peste de los químicos, los pesticidas mucho más potentes alcanzan cada día el mercado que a su vez contaminan tierras y riegan y envenenan nuestras comidas (Ayra 2003).

Bajo estas condiciones, nuestro mundo está entrando en una nueva era de agricultura: la Era de Biotecnología Agrícola. Ahora, el papel central es que se está jugando con genéticas moleculares que han sido fortalecidas por el conocimiento básico en la Biología de la Planta y la aplicación de las técnicas de la Ingeniería Genética (Bifani 2003). El componente más espectacular de esta nueva ciencia es la Ingeniería Genética en plantas: la creación de plantas transgénicas en cuyo genoma un ADN bien caracterizado extraído de una fuente diferente (planta, animal u organismo) se ha insertado establemente. De esta manera, es posible manipular plantas genéticamente (Ayra 2003).

Los científicos han aparecido en problemas asociados con las cosechas tradicionalmente mejoradas para anticipar posibles riesgos medioambientales de cosechas de transgénicos. Los riesgos potenciales se han evaluado como sigue:

- Escape de la inserción de ADN extraída a otras variedades que no son transgénicas o los parientes salvajes.
- La dispersión desenfrenada de descendientes de plantas transgénicas que los transforman en las cizañas.
- La Inducción de resistencia de patógenos de la planta y pestes a los productos de transgénicos que los controlan.
- Los efectos adversos no designados a los organismos benéficos (es decir, mariposas, abejas melíferas, los gusanos de tierra).

Es difícil ignorar los debates públicos internacionales que han estado revolviendo a menudo relacionados al impacto y amenazas a la biodiversidad de los organismos genéticamente modificados (García 2005).

4.1. Los productos agrícolas transgénicos, ¿atentado a la naturaleza?

Los organismos genéticamente modificados, llamados transgénicos, resultan un punto de controversia en este nuevo milenio. La intervención humana en los cultivos agrícolas, que están siendo alterados a nivel genético para permitirles ser más resistentes a plagas, producir mayor número por cosecha, soportar mejor los cambios climáticos y que tienen la intención de elevar la producción mundial de alimentos y reducir la hambruna que ataca a las comunidades más desprotegidas, puede tener serias consecuencias (Quintanilla 2001).

Existe un delicado equilibrio en la naturaleza que permite a los ecosistemas subsistir en las secas y heladas, debido a la selección natural donde los organismos más resistentes pueden soportar mejor los cambios que sucedan, sin romper ni interrumpir el proceso mediante modificaciones que implican una alteración del medio. En este contexto, incluso los insectos considerados como plagas por la destrucción de los cultivos, cumplen una función selectiva, y el uso

de pesticidas y herbicidas únicamente los han fortalecido, aumentando su resistencia, con los consecuentes efectos nocivos (Quintanilla 2001).

Por ejemplo el DDT llegó hasta los peces y pelícanos, como parte de la cadena alimenticia que los consume y éstos han sufrido una merma importante en su población, por la contaminación tóxica (Quintanilla 2001).

Quizá, es este sentido, se aduzca que se busca como fin último el beneficio de toda la humanidad, pero el atropello a los principios naturales en campos que todavía no dominamos, con el objetivo de eliminar las diferencias de vida entre las sociedades industrializadas y las del tercer mundo, no deberían justificarse con alteraciones a la naturaleza si no con actitudes de compasión entre los seres humanos, pues como señala Jhon Stuart Mill, "...El hombre es capaz de rectificar sus equivocaciones por medio de la discusión y la experiencia", y este es el punto de esperanza para reorientar el rumbo de la ciencia en la genética, el volver nuestros ojos a los que sufren, a los marginados por su raza, color o credo, donde pulula la miseria. En el extremo contrario están los que son capaces de echar leche de vaca a las cañerías con tal de mejorar su precio o los que aplastan verduras para no bajar su valor, y es entonces indispensable un cambio de mente, la renovación de nuestro entendimiento, donde puede encontrarse la respuesta a las carencias humanas, comprendiendo que todos somos parte de la misma especie, y merecemos las mismas condiciones de vida, sin distingos de ninguna clase. De otro modo, alterando los caracteres genéticos en las plantas, sin contemplaciones, estamos penetrando en el umbral de la vida, en sus secretos (Quintanilla 2001).

Tal vez necesitamos regresar a la observación y la experimentación con el fin de conocer el funcionamiento de la ordenada maquinaria de la naturaleza, conocerla a fondo y descubriremos que en el engranaje perfecto de la misma, nosotros hemos cambiado los tornillos (Quintanilla 2001).

4.2. Distribución global de los cultivos modificados genéticamente

Las tasas de aceptación de los CMG no tienen precedentes y son las más altas entre las nuevas tecnologías, según los estándares de la industria agrícola. Las altas tasas de aceptación son un reflejo de la satisfacción de los agricultores con los productos que ofrecen beneficios significativos, que van desde un manejo más conveniente y flexible de los cultivos, hasta una productividad más alta o un rédito neto por hectárea, y un medio ambiente más seguro a partir de la reducción del empleo de los plaguicidas convencionales, que, en total, contribuyen a una agricultura más sostenible. En 1999, el área global de CMG aumentó en 12 100 000 ha (44%), las que sumadas a las 27 800 000 ha que se cultivaban en 1998, alcanzaron un total de 39 900 000 ha. Siete CMG se cultivaban con fines comerciales en 12 países en 1999, tres de los cuales Portugal, Rumania y Ucrania los cultivaban por primera vez. La proporción de CMG cultivados en los países industrializados fue de 82%, menos que en 1998 (84%), con un crecimiento de 18% en los países en vías de desarrollo, con la mayor parte de esa área ubicada en Argentina y la diferencia en China, Sudáfrica y México (James 200).

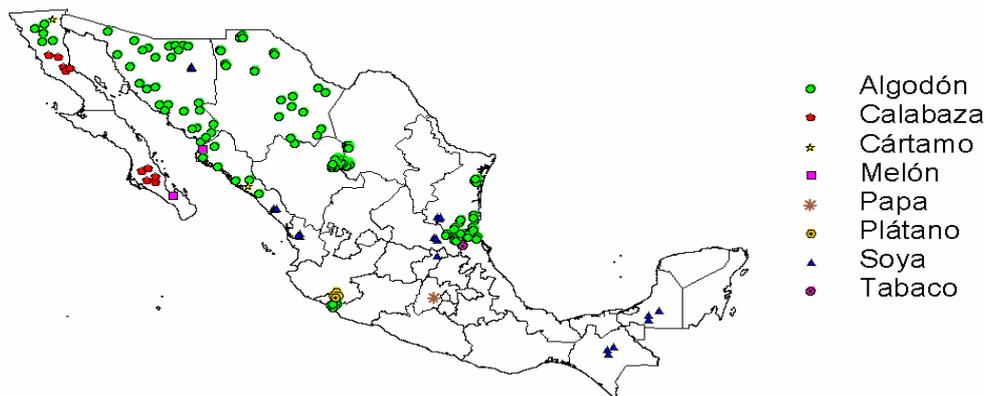
Cuadro 2. Crecimiento de transgénicos Año con Año (James, 2005).

Año	Superficie (millones de Hectáreas)	Porcentaje de crecimiento	Año	Superficie (millones de Hectáreas)	Porcentaje de crecimiento
1996	1.7		2001	52.6	19
1997	11.0	547*	2002	58.7	11.59

1998	27.8	152.7	2003	67.1	13.29
1999	39.9	43.52	2004	81	16.41
2000	44.2	11.28	2005	90	11.1
			2006	102	13

Fig. 4. Liberación de cultivos en México.

Liberaciones en México



Fuente: James, 2000.

4.3. Los beneficios de los Cultivos Modificados Genéticamente

Resulta notable que, con la excepción de la maduración tardía del tomate, toda la primera generación de CMG haya introducido o aportado rasgos agronómicos que han beneficiado, por lo general, a los agricultores y a la industria productora de semilla, hasta casi excluir a los consumidores. Dos rasgos han sido dominantes: la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos. Los beneficios de la resistencia a insectos se ejemplifican a través del maíz *Bt* en los Estados Unidos, donde proporciona resistencia al barrenador europeo del maíz

(BEM), que puede dar a lugar a pérdidas anuales de hasta 1 000 000 000 de dólares estadounidenses (USD). Los beneficios varían de año en año y dependen de los niveles de infestación por el BEM. Se reportó un aumento promedio de 7% en los rendimientos de 1996 y de 9% en 1997, pero fue muy inferior en 1998, cuando los niveles de infestación por BEM fueron muy bajos. El rédito neto promedio por hectárea que incluye los rendimientos mayores y el ahorro en insecticidas, ha estado dentro del orden de los 50.00 USD/ha. Se han reportado réditos netos por hectárea mucho más altos para el algodón *Bt* en los Estados Unidos (133.00 a 175.00 USD/ha) y China (145.00 a 182.00 USD/ha). Además, el empleo de plaguicidas menos convencionales cuando se siembran cultivos *Bt*, es un beneficio importante para el medio ambiente y una contribución a una agricultura de mayor sustentamiento (James 2000).

La tolerancia a herbicidas en la soya, la canela, el algodón y el maíz, traen como resultado un perfil de beneficios que es diferente al de *Bt*. El beneficio principal de la tolerancia a herbicidas es que ésta proporciona un sistema mucho más simple, conveniente y flexible para el control de las malas hierbas. De todos, este beneficio cuenta con la mayor prioridad por parte de los agricultores. Los CMG tolerantes a herbicidas facilitan el cultivo, la conservación y el mejoramiento de los suelos y la conservación de la humedad, además de controlar la erosión, por lo que hacen una contribución importante al sustentamiento de la agricultura. Esta tecnología ofrece la posibilidad de limitar el uso de herbicidas y aumentar el rédito por hectárea, debido a sus numerosas ventajas, que incluyen la disminución de las labores de cultivo, la mejora en el control de las malas hierbas y el uso de menos herbicidas, lo que conduce a una productividad más alta y a mayores réditos por hectárea. Los beneficios que recibieron los agricultores en los Estados Unidos sólo de la soya tolerante a herbicidas, fueron calculados, en 1997, en aproximadamente 110 000 000.00 USD. Los beneficios totales de todos los CMG cosechados en los Estados Unidos en 1997, fueron calculados en aproximadamente 300 000 000.00 USD (James 2000).

A diferencia de los rasgos introducidos por la primera generación, la segunda generación de CMG con rasgos útiles para el consumidor que están listos para su despliegue en un futuro inmediato, son capaces de proporcionar

beneficios significativos para los consumidores desde el punto de vista de la nutrición y la salud. Debido a sus beneficios evidentes para los consumidores, estos cultivos pudieran tener un impacto considerable en la aceptación por el público de los alimentos producidos a partir de CMG. Por ejemplo, la soya con alto contenido de ácido oleico, que ya ha sido aprobada en los Estados Unidos, contiene 80% de ácido oleico, mientras que su contrapartida convencional contiene 23%. Se ha demostrado que los altos niveles de ácido oleico reducen el nivel del colesterol “malo” en la sangre sin hacer bajar el del colesterol “bueno”. Las enfermedades cardiacas, que están estrechamente vinculadas a los altos niveles de colesterol, son las afecciones a la salud más importantes hoy en día, y este manifiesto beneficio de los alimentos derivados de los CMG debe resultar muy evidente para los consumidores. Sin embargo, tomará tiempo cambiar su actitud, particularmente debido a la situación en Europa, donde la confianza de los consumidores en los CMG se encuentra en su punto más bajo. Se le debe dar prioridad a las iniciativas para enterar al público, y compartir información y conocimientos acerca de los beneficios potenciales para la nutrición y la salud asociados con los alimentos derivados de la segunda generación de CMG (James 2000).

4.4. Riesgos de los transgénicos

Los riesgos asociados con los OMG son muchos; nos referiremos a los económicos, sociales, ambientales y relacionados con la salud humana (Tomasino 1999).

4.4.1. Económicos y sociales

La fusión de enormes empresas está creando un proceso de concentración tal que permite que unas pocas de ellas controlen actualmente casi la totalidad del comercio mundial de alimentos, productos químicos y farmacéuticos. Por su naturaleza, los OMG contribuirán a hacer aún más grave este proceso de concentración (Tomasino 1999).

La seguridad alimentaria de todos los países del mundo quedaría totalmente bajo el control de unas pocas empresas (Tomasino 1999).

La presión de organizaciones de consumidores en contra de los productos alimenticios derivados de los OMG es muy grande, especialmente en Europa. Algunos enormes supermercados ya han anunciado que no venderán productos derivados de OMG (Tomasino 1999).

Hay que tener en cuenta que quienes promueven estas nuevas tecnologías “para acabar con el hambre en el mundo” son las mismas empresas, sólo que más grandes al estar fusionadas, que promovieron la “Revolución Verde” (Tomasino 1999).

La Revolución Verde no solamente no terminó con el hambre sino que desplazó agricultores tradicionales a las ciudades, destruyó buena parte de la biodiversidad y contaminó el ambiente por el uso extensivo de pesticidas y fertilizantes agrícolas (Tomasino 1999).

Actualmente se producen cantidades de comida más que suficientes para alimentar a la población del mundo en forma adecuada. En realidad, el “problema del hambre” es un problema de distribución: del ingreso, para poder adquirir alimentos; y de los recursos, como tierra, agua y semillas, para poder producirlos (Tomasino 1999).

4.4.2. Ambientales

La estrategia de las grandes compañías es la uniformidad genética: grandes extensiones de un solo cultivo. Es absurdo pensar que una tecnología homogénea tendrá un comportamiento adecuado en un conjunto de situaciones ecológicas y culturales totalmente diferentes. Esto crea varios problemas, entre ellos: desplaza variedades locales bien adaptadas que muchas veces terminan desapareciendo pues dejan de ser cultivadas y aumentan los riesgos de grandes pérdidas del cultivo, pues si aparece un organismo para el cual no exista control

virus, bacterias u hongos, las condiciones para su desarrollo son óptimas (Tomasino 1999).

La extinción de especies es probablemente el único cambio permanente que la actividad humana puede ocasionar al planeta. Los otros cambios podrían, tal vez, ser reparados en el largo plazo por procesos naturales y/o artificiales, por ejemplo la contaminación de las aguas. Una vez que desaparezcan variedades locales de maíz y otras plantas útiles, nadie ni nada podrá reemplazarlas: son el resultado de millones de años de evolución (Tomasino 1999).

La compañía Monsanto y otras desarrollan cultivos resistentes a herbicidas que ellos mismos han creado, como el Round-up, que controlan muchos tipos de “malezas” (Tomasino 1999).

Estos cultivos generan muchos problemas, entre los principales:

- Se incrementará el uso de esos productos contaminando el medio ambiente;
- Aumentarán las probabilidades para que las malezas desarrollen resistencia;
- Finalmente, y esto es lo que causa mayor preocupación, puede ocurrir que esos genes terminen incorporados a otras plantas silvestres. Esto es posible dado que en la naturaleza existen cruzamientos entre especies emparentadas.

Esto podría crear nuevas malezas resistentes a esos herbicidas y por lo tanto muy difíciles de controlar (Tomasino 1999).

A muchos cultivos transgénicos se les ha incorporado genes de una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis* (Bt), que existe naturalmente en el suelo y que segrega una sustancia que mata larvas de un grupo grande de insectos. Este insecticida natural, usado por los agricultores desde los años 20, hoy ha sido apropiado por las empresas transnacionales para crear cultivos transgénicos con genes Bt (Tomasino 1999).

Asociados al uso transgénico del Bt hay varios riesgos, entre ellos:

- Posibilidad que los insectos desarrollen resistencia;
- Los cultivos Bt eliminan también insectos útiles;
- Las toxinas de Bt podrían incorporarse al suelo a través de los restos de los Vegetales, pudiendo tener efectos negativos en los organismos del suelo; y, además, podrían moverse a través de las cadenas alimenticias.

4.4.3. Salud humana

Hay aspectos preocupantes relacionados con el efecto de los alimentos transgénicos sobre la salud humana, tales como:

- Muchos de los genes usados actualmente no habían integrado nunca la dieta humana, por lo que es imposible saber cuales serán los efectos sobre la salud.
- Algunos alimentos ya han tenido efectos negativos en la salud al transmitir el potencial alérgico de algunos genes; la soja transgénica con genes del castaño, manipulada para aumentar su valor proteico, ha ocasionado problemas a muchas personas alérgicas. Existen fuertes evidencias sobre los efectos cancerígenos causados por la hormona de crecimiento bovino comercializada por Monsanto con la marca Posilac.
- En la ingeniería genética de los cultivos transgénicos muchas veces se incluyen genes de resistencia a antibióticos; hay posibilidad de que éstos emigren a bacterias patógenas que afectan la salud humana, desarrollando su resistencia a los mismos.

4.4.4 Efectos Inesperados

Otro aspecto que se ha debatido es si la introducción de genes en los cromosomas de plantas puede causar efectos inesperados que puedan ser

nocivos a la salud humana o los ecosistemas. Estos efectos inesperados o también llamados pleiotrópicos podrían generarse por dos factores principales: 1) que los genes introducidos de alguna manera afecten la expresión de genes de las plantas ubicados en regiones cercanas a donde ocurrió su inserción (por ejemplo que regiones reguladoras de la transcripción de los genes introducidos afecte la expresión de genes vecinos) y 2) que la proteína producida por algún gene introducido tenga funciones inesperadas que puedan alterar el desarrollo o composición química de la planta (Haigood 2004).

Si bien es importante considerar que estas posibilidades ciertamente pueden ocurrir, se debe analizar si estos fenómenos pueden presentarse de manera frecuente y si ocurren de manera natural en las plantas. En este contexto se debe mencionar que en la mayoría de las plantas y probablemente en todas existen elementos móviles llamados transposones que brincan de manera natural de una posición en el cromosoma a otra y aún a otros cromosomas (Haigood 2004).

Estudios recientes indican que los efectos de los elementos regulatorios de la transcripción de un gene sobre la expresión de otros está limitada a distancias muy cercanas, debido a que existen de manera natural barreras o bordes naturales que flanquean a cada unidad transcripcional para precisamente evitar que genes vecinos sujetos a diferentes tipos de regulación o patrón de expresión tejido específica se afecten unos a otros (Andow 2006). Por lo tanto sería relativamente fácil determinar si la inserción de genes en plantas transgénicas afecta la expresión de los dos genes ubicados a ambos lados del sitio donde se integró el segmento de DNA introducido. Es importante también considerar que muy probablemente este tipo de alteraciones en la expresión de genes ocurre con frecuencia en la mayoría de los genomas vegetales, cuando un transposón se mueve a una localización cromosómica distinta, y que hasta la fecha esto no ha causado alarma, ni se ha demostrado que cause problemas de salud o al medio ambiente (Haigood 2004).

La posibilidad de que la proteína codificada por un gene introducido en plantas transgénicas tenga una función adicional a la esperada es ciertamente

real. Existe evidencia creciente de que muchas proteínas tienen funciones totalmente distintas a las que se les conocía, por lo que es necesario realizar un análisis profundo de las plantas transgénicas que se pretende liberar al medio ambiente y ser consumidas por humanos. Sin embargo, es necesario señalar que, con el creciente conocimiento de las funciones de los genes de plantas derivados de la caracterización de los genomas de las mismas, la mayoría de las variedades transgénicas que se producirán en el futuro serán derivadas del uso de genes de origen vegetal y muy probablemente del uso de genes de la misma planta, por lo que los riesgos potenciales derivados de funciones no conocidas de genes incorporados a variedades transgénicas sería equivalente a lo que sucede de manera natural cuando se generan nuevas variedades de plantas por mejoramiento genético convencional (Andow 2006) .

Finalmente se podría proponer que los genes a introducirse a variedades transgénicas fueran modificados de tal manera que quedaran localizados en medio de dos secuencias barrera para evitar que alteraran la expresión de genes aledaños al sitio de inserción (Haigood 2004).

V. Discusión

En el presente trabajo me permito confirmar la gran trascendencia que está teniendo la biotecnología hoy en día sobre todo en el la Ingeniería Genética en las plantas mejor conocidas como transgénicas.

Es importante señalar que estos artículos me parecieron muy buenos sobre todo para darnos cuenta que hay muchos puntos que discutir en cuanto a los cultivos transgénicos que existen en el mundo y sobre todo en México. Es importante dar a conocer a la población el tipo de biotecnologías que se están aplicando sobre todo en la agricultura ya que mucha de la población no tiene conocimiento de este tipo de biotecnologías sobre todo la biotecnología moderna que ya se esta aplicando con la ingeniería genética en diferentes cultivos básicos como son el trigo, soya y sobre todo el maíz.

En México este tipo de biotecnologías ya se están aplicando desde ya hace tiempo me parece que tenemos que informarnos más de este tipo de temas ya que son pocos los beneficios que nos ofrecen estas biotecnologías, los únicos beneficios que yo estoy viendo son para las empresas que aplican biotecnología como son, para mencionar algunas Monsanto y Dupont ya que son los únicos beneficiados en este tipo de biotecnologías sobre todo en lo económico que es lo único que a ellos les importa en realidad y no como señalan en alguno de los artículos con la frase “para acabar con el hambre en el mundo” ya que esto no es la solución para este tipo de problemas.

Es importante señalar otro de los beneficios que nos proponen los cultivos genéticamente modificados sobre todo en los agricultores y en la industria productora de semilla, hasta casi excluir a los consumidores; Los cuales son la

tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos pero estos van asociados a los riesgos los cuales son muchos, me refiero a los económicos, sociales, ambientales y sobre todo los relacionados con la salud humana.

Otra de las cosas que es muy importante conocer es la ley de bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados ya que aquí nos damos cuenta de qué necesitamos hacer para producir cultivos transgénicos y sobre todo que es necesario informarle al público en general que tipo de alimento esta consumiendo y ya depende de cada persona si quiere consumir este tipo de producto o no.

Por ultimo yo sugeriría que se tomara mas en cuenta este tipo de temas ya que está en riesgo nuestra biodiversidad y sobre todo nuestros ecosistemas, es por eso que yo propongo que se den platicas en diferentes comunidades con la finalidad de que los productores se den cuenta de el daño que podemos causar a largo plazo a nuestro medio ambiente ya que las empresas que están promoviendo este tipo de tecnologías son las mismas empresas que promovieron la "Revolución Verde" y mas que nada proponerles otro tipo de proyectos que tal vez los resultados serian mas a largo plazo pero con mejores resultados.

VI. Conclusión

Hoy en día la biotecnología forma parte muy importante para la humanidad ya que con el crecimiento de la población son cada vez más grandes las necesidades del hombre, sobre todo en la alimentación. De ahí que la agricultura forma parte muy importante para el mundo, es por eso que debemos que buscar la forma de resolver estos problemas de manera que no causemos daño a nuestro medio ambiente y que tengamos muy buenos resultados. Por ello depende de nosotros como queramos aplicar la biotecnología, si queremos seguir aplicando insecticidas, herbicidas, pesticidas y sobre todo si queremos estar de acuerdo con las novedades de los transgénicos o buscamos nuevas alternativas de manera que conservemos nuestro medio ambiente y sobre todo conservar nuestra biodiversidad y además tengamos los alimentos suficientes para alimentar a la humanidad como nos lo propone la agroecología con la sustentabilidad.

VII. Glosario

ADN: Ácido desoxirribonucleico, es nombre de la molécula química de la que están compuestos los genes.

Alergia: La alergia es una reacción inmunológica ante una sustancia o sustancias que se denominan alergenos, que forma parte de productos naturales o no, con los que conviven los humanos y los animales.

Biodiversidad: Variedad de flora y fauna en la naturaleza. También se utiliza para describir la variedad de individuos distintos dentro de una especie.

Cruzamiento: Transferencia de polen de una flor de una planta a la flor de otra planta de tal manera que se produce la fertilización y se generan semillas.

Especie: Conjunto de organismos con características similares que pueden cruzarse entre ellos.

Funguicida: Sustancia que mata a los hongos.

Gen: Unidad biológica de la herencia que es responsable de la aparición de un determinado carácter, sea físico. Bioquímico o de comportamiento y que trasmite la composición hereditaria de generación en generación.

Genoma: Conjunto de genes de un organismo.

Herbicida: Sustancia química que mata las malas hierbas.

Hibridación: proceso por el que de manera natural o de forma dirigida por el hombre se cruzan dos plantas. En general el proceso consiste en la recolección

del polen de las flores de las plantas que actúan como padre y la polinización con el de las flores de la planta que actúa como madre.

Híbrido: Individuo que resulta del cruzamiento entre dos especies o dos variedades de una misma especie.

Insecto Beneficioso: Insecto que se alimenta de los insectos que destruyen a los cultivos y que por lo tanto ayudan a controlar las plagas.

Mejora Genética: Procedimiento por el que se generan y se seleccionan individuos mas productivos y de mejor calidad de una especie.

Núcleo: Región central de la célula en la que se encuentra material genético (ADN) que constituye el genoma, separado por una membrana del resto de la célula.

Patógeno: Microorganismo que provoca una enfermedad.

Plaguicidas: Nombre genérico que se le aplica a los herbicidas, insecticidas, fungicidas y cualquier otro compuesto químico con la utilidad en la eliminación de plagas.

Resistencia: Característica de un organismo por la cual es capaz de protegerse así mismo de los efectos de un organismo patógeno, de una planta o de una sustancia en particular.

Tolerancia a Herbicidas: Característica de una planta que le permite crecer en presencia de herbicidas específicos.

Toxina: Veneno que suele tener una procedencia biológica.

Transgén: Gen introducido en un genoma mediante ingeniería genética.

Variedad: Grupos de individuos de una misma especie que reúne características que permite reconocerlos como grupo pero que no son lo suficientemente distintos como para considerarlos otra especie. Por ejemplo, en el pimiento la variedad piquillo es distinta de la variedad americano.

VII. Literatura Citada

1. Acosta, J. R., Torres, M., & González, M. (2000). La biodiversidad y la introducción de organismos modificados genéticamente: posibles soluciones para no desestabilizar el medio ambiente. *Biología Aplicada*, 17(2), 1-3.
2. Adams, M. J., Piovesan, I., Strauss, S., & Brown, S. (2000). The Case for Genetic Engineering of Native and Landscape Trees against Introduced Pests and Diseases. *Conservation Biology*, 16(4), 1-7.
3. Alise, A. H., Galili, S., & Gressel, J. (2005). Tandem constructs to mitigate transgene persistence: tobacco as a model. *Molecular Ecology*, 13, 697-710.
4. Altieri, A. M., & Rosset, P. (1999). Ten Reasons why Biotechnology will not ensure food security, protect the environment and reduce poverty in the developing world. *AgBioForum*, 2(4), 155-162.
5. Andow, D. A., & Zwahlen, C. (2006). Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters*, 9, 196-214.
6. Ayra, C. (2003). Genetically Modified Organisms and Biodiversity: Assessing the Threats. *Biología Aplicada*, 20(1), 1-9.

7. Bajaj, S., & Mohanty, A. (2005). Recent advances in rice biotechnology—towards genetically superior transgenic rice. *Plant Biotechnology*, 3, 275-307.
8. Barrera, S. H. (2000). *La Biotecnología en el Sector Pecuario*. 1-18.
9. Becerril, O. M. (2000). Estrategias y principios para la obtención de licencias en el área de la biotecnología. *Biotecnología Aplicada*, 17, 19-23.
10. Bifani, P. (2003). Biodiversidad, transgénicos, propiedad intelectual y las negociaciones por la integración americana. *REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO de CIPMA*, 19(2), 52-58.
11. Bolívar-Zapata, F. (2002). *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI* (1 ed.). México, DF.: CONACyT- fondo de cultura económica.
12. Bolívar-Zapata, F. (2002). *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI*. sección de obras de ciencia y tecnología, 1-109.
13. Bolívar-Zapata, F. (2004). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*. 1-711.
14. Bolívar-Zapata, G. (2004). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*. EL COLEGIO NACIONAL, 1-711.
15. Borrás, O. (2004). Basic insight in plant-pathogen interaction. *Biotecnología Aplicada*, 21(1), 1-5.
16. Bosch, P., Hodges, C. A., & Stice, S. L. (2004). Generation of Transgenic livestock by somatic cell nuclear transfer. *Biotecnología Aplicada*, 21(3), 128-136.
17. Cantú, J. M., García, D., & Limia, R. (2000). La Revolución Biotecnológica y el resurgimiento de las prácticas eugenésicas. *Biotecnología Aplicada*, 17(2).
18. Capote, A., Álvarez, F., Fundora, Z., Rodríguez, Y., Odalys Pérez, O., & Fonseca, D. (2002). Evaluación de un agente gelificante cubano, Natugel, en el cultivo in vitro de plántulas de tomate. *Biotecnología Aplicada*, 19(2), 37-40.
19. Capote, R. A., Fundora, M. Z., & Pérez, D. O. (2000). Estudio de la variabilidad inducida en células y plántulas de cebolla (*Allium cepa*, L.) cv. Caribe-71 regeneradas in vitro. *Biotecnología Aplicada*, 17(4), 241-246.

21. Carmona, E. R. (2005). Analysis of genomic variability in transgenic sugarcane plants produced by *Agrobacterium tumefaciens* infection. *Plant Breeding*, 1-6.
22. Carrillo, G., Juárez, J., Ruiz, D., & Müller, R. (2000). Aumento del rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cuando la raíz se desarrolla colonizada por microorganismos. *Biología Aplicada*, 17(3).
23. Dueñas, M., Nazábal, M., & Novoa, L. I. (2004). From genetic to genomic and to functional genomic. Goals and future perspectives. *Biología Aplicada*, 21(1), 31-33.
24. Editor, C. (2001). *Biología aplicada asume nuevos retos*. *Biología Aplicada*, 18(3).
25. Espinosa, O. (2000). Aspectos legales y formas de protección de las invenciones biotecnológicas. *Biología Aplicada*, 17, 1-6.
26. Esponda, P. (2003). Aspectos biológicos de los animales clónicos. *Ciencia al día Internacional*, 5(1), 1-11.
27. Fan, J., Challah, M., & Watanabe, T. (1999). Transgenic rabbit models for biomedical research: Current status, basic methods and future perspectives. *Pathology International*, 49, 583-594.
29. Fred, G. L. (2002). *Environmental Effects of Transgenic Plants: The Scope and Adequacy of Regulation*. National Academy of Sciences., 1-343.
30. Galindo, E. (2000). Informe final y mensaje de la mesa directiva 1998-2000 de la Sociedad Mexicana de Biología y Bioingeniería, A.C. *Biología Aplicada*, 17(3), 202-204.
31. Galindo, E. (2000). La biología en México. *Biología Aplicada*, 3, 1-2.
32. García - Martínez, M. E., & Lacouture - Danies, H. M. (2003). Implicaciones Jurídicas de los Alimentos Transgénicos en Colombia. *revista de derecho, universidad del norte.*, 20, 216-149.
33. García, C. A., Pérez, G., Peña, C., Ortega, M., Quintana, M., & J., M. (2001). Estrategia para el establecimiento de las especificaciones de calidad en el Centro de Ingeniería Genética y Biología de La Habana, Cuba. *Biología aplicada*, 18(4), 211-215.
34. García, E. M., & Lacouture, M. H. (2003). Implicaciones jurídicas de los alimentos transgénicos en Colombia. *revista de derecho, universidad del norte.*, 20, 216-149.

35. García, M. A., & Altieri, M. A. (2005). Cultivos Transgénicos: Implicaciones para la Biodiversidad y la Agricultura Sustentable. *Technology & Society*, 25(4), 335-353.
36. Germini, A., Salati, C., Quartalori, G., & Marchelli, R. (2005). Determination of transgenic material on the Italian food market using a new multiplex PCR method. *Food Sci.*, 17(4).
37. Gili, L., Martínez, V., Irrazábal, C., & Martínez, C. (2001). Aceptación pública de la biotecnología y de los alimentos transgénicos. *Ambiente y Desarrollo*, 17(4), 52 - 59.
38. González, G., Alemán, S., Trujillo, J., Keb, M., Abreu, E., Barredo, F., Robert, M. L., Ortiz, R., & Cornides, M. T. (2004). El cultivo in vitro como alternativa de la recuperación henequenera (*Agave fourcroydes*). *Biología Aplicada*, 21,(1), 44-48.
39. Guillén, I., Torres, E., & Fernández, R. J. (2003). Tecnología, análisis y aplicaciones de los Bio-arreglos. *Biología Aplicada*, 20(2), 77-84.
40. Hagan, N. D. (2003). The Redistribution of Protein sulfur in Transgenic rice expressing a gene for a foreign, sulfur-rich protein. *The Plant*, 34, 1-11.
41. Haygood, R., Ives, R. A., & Andow, D. A. (2004). Population genetics of transgene containment. *Ecology Letters*, 7, 213-220.
42. Hernández, M., Chávez, A. M., Báez, R., Carvajal, C., Márquez, M., Morris, H., Santos, R., González, L. J., Quesada, V., & Rodríguez, C. (2003). Nueva tecnología para la obtención de un preparado de bromelina de tallo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Biología Aplicada*, 20(3), 180-182.
43. Herrera, E. L. (1999). La Biotecnología en el Sector Agrícola. 1-20.
44. Herrmann, D., Boller, B., Widmer, F., & Kölliker, R. (2005). Optimization of bulked AFLP analysis and its application for exploring diversity of natural and cultivated populations of red clover. *NRC Research*, 48, 1-14.
45. James, C. (2000). El estado global de los cultivos transgénicos: desafíos y oportunidades. *Biología Aplicada*, 17(4), 259-263.
46. James, C. (2005). El estado global de los cultivos transgénicos: desafíos y oportunidades. *Biología Aplicada*, 20(1), 25-62.
47. Lage, L. (2000). Las biotecnologías y la nueva economía: crear y valorizar los bienes intangibles. *Biología Aplicada*, 17(2), 55-61.

48. Lara, D. E. (2000). Derechos exclusivos de comercialización en el Acuerdo sobre los ADPIC y su impacto en el desarrollo de la biotecnología. *Biología Aplicada*, 17, 1-10.
49. Larrick, J., Lloyd, Y., Chen, J., Jaiswal, S., & Wycoff, K. (2000). Production of Antibodies in Transgenic Plants. *Biología Aplicada*, 17(1), 45-46.
50. Lavignolle, R. (2000). La propiedad intelectual de las variedades vegetales en América Latina. *Biología Aplicada*, 17, 43-48.
51. Lavignolle, R. (2000). La propiedad intelectual de las variedades vegetales en la Unión Europea. *Biología Aplicada*, 17, 41-42.
52. Lavignolle, R. (2000). La protección de las variedades vegetales, las variedades transgénicas y el material de reproducción. El derecho de obtentor. *Biología Aplicada*, 17, 33-40.
53. Maclean, N., & Laight, R. J. (2000). Transgenic fish: an evaluation of benefits and risks. *Fish and Fisheries*, 1, 146-172.
54. Marianne, S. (2001). Costos y beneficios económicos de los transgénicos en la agricultura. *Ambiente y Desarrollo*, 17(3), 44 - 51.
55. Marina, M. C. T. (2005). Alergias alimentarias: el enemigo oculto. *criticas*, 2(1).
56. Montenegro, A., & Monreal, M. E. (2001). La información al paciente: Un Reto en los ensayos clínicos con productos biotecnológicos. *Biología Aplicada*, 18.
57. Moreno, L. O. (2000). ¿Pueden y deben ser patentados los genes humanos? *Biología Aplicada*, 17, 49-52.
58. Nápoles, M. C., Costales, D., Corbera, J., Morales, B., Cabrera, J. C., Reynaldo, I., Cartaya, O., Varela, M., Hernández, G., Bordallo, E., Hernández, R., Hormanza, J., & Rodríguez, A. (2004). Influencia del medio de cultivo y los rizobios en la nodulación de la soya y el frijol. *Biología Aplicada*, 21(4), 260-262.
59. Niessen, W. M., & Dekker, M. (2001). The irradiation of the foods. *food science*, 52, 1-4.
60. Opatrný, Z. (2000). Tobacco cell lines as experimental models for studies of stress effects and programmed cell death in plants. *Biología Aplicada*, 1-3.
61. Pascual, A. M., Estévez, E., & Díaz, L. R. (2000). La Revolución Biotecnológica en la práctica médica contemporánea. *Biología Aplicada*, 17(2), 2-16.

62. Pérez, M. T., Martín, R. Z., Medina, A., Romero, K., Aroche, I., & Trujillo, N. (2001). Algoritmo de trabajo para el control de los productos hemoderivados y otros productos con riesgo de contaminación viral. *Biotecnología Aplicada*, 18, 1-35.
63. Pliegerri, P. J., Spagna, G., Barbagallo, R. N., Morselli, R., & Manenti, I. (2001). Use of food industri by-products for the removal of fungicides from white wine. *Biotecnología Aplicada*, 13(2), 173-188.
64. Pinstруп, P., & Pandya, R. (2002). Perspectivas para Superar el Hambre, la Pobreza y la Degradación Ambiental. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias., 1, 1-307.
65. Quijano, M. (2002). Los Alimentos Transgénicos. Facultad de Medicina de la UNAM, 45, 1-3.
66. Quintanilla, J. (2001). Los productos agrícolas transgénicos, ¿atentado a la naturaleza? *Biomédica*, 12(3), 222-223.
67. Quintero, R. (2000). Tecnología más limpia por medio de la biotecnología. *Biotecnología Aplicada*, 17(1), 1-2.
68. Ramirez, R., Allala, P., Oramas, P., Gavilondo, J., Perez, M., Lorenzo, D., Rodriguez, M., Herrera, L., Palenzuela, D., Fuente, A., Falcon, V., & V., D. (2001).
69. Expresion de fragmentos de anticuerpos activos en plantas transgenicas de tabaco. *Biotecnología Aplicada*, 18(2), 101-102.
70. Rizzi, A., Agosti, F., Daffonchio, D., & Sorlini, C. (2001). Detection of genetically modified bt-maize in cooked products by pcr. *food science*, 13(3), 265-263.
71. Romero, A., Coesta, C., & Zanches, F. J. (2001). Utilizacion de freidora Domestica entre Universitarios Madrileños. Aceptacion de alimentos congelados fritos en aceite de oliva virgen extra, girazol y girazol alto oleico. *food science*, 52(1), 38-44.
72. Roura, S. I., Moreira, M. R., Crapiste, G. H., & Valle, C. E. (2001). biochemical charaterization of two pepper varieties in the green and red ripening stages. *food science*, 13(4), 391-397.
73. Rouzing, L. A., & Capy, P. (2006). Blackwell Publishing Ltd Reversible introduction of transgenes in natural populations of insects. *Insect Molecular Biology*, 15, 227-234.
74. Ruane, J. (2001). The Appropriateness of New Biotechnologies in the crop Sector for Food production and agriculture in Developing Countries. *Biotecnología Aplicada*, 18(1), 47-50.

75. Salinas, J. P. (1999). ADN, Clones, Priones, Transgénicos, Genoma y otros similares. ¡AHORA EL ÁNTRAX!. Revista de Facultad de Medicina, Universidad de Los Andes., 8(1-4.), 2-3.
76. Sánchez, J., Muñoz, B., Montejó, L., Fresneda, J. A., & Reino, J. (2004). Estudio ecofisiológico de semillas de interés agroforestal. Biotecnología Aplicada, 21(3), 172-174.
77. Sánchez, R., Rodríguez, A., López, P., Acosta, A., Delgado, A., Campos, M., Currás, T., & Rodríguez, M. S. (2001). Aspectos regulatorios relacionados con la demostración de la seguridad y eficacia de productos biológicos después de cambios en el proceso de producción. Biotecnología Aplicada, 18, 1-23.
78. Santiago, F. P., & Barrera, P. C. (2005). La monoculturización del espacio natural y sus consecuencias socioculturales en una Comunidad rural indígena del sur de Chile. Revista de Antropología Experimental, 1(3), 1-10.
79. Sasson, A. (2000). La contribución de las biotecnologías a la alimentación. Biotecnología Aplicada, 17(1), 1-6.
80. Tillemans, V., Dispa, L., Remacle, C., Collinge, M., & Motte, P. (2005). Functional distribution and dynamics of Arabidopsis SR splicing factors in living plant cells. The Plant, 2(3), 567-582.
81. Tomasino, H. (1999). Los Cultivos Transgénicos. Biodiversidad, sustento y culturas, 1(3), 1-16.
82. Vèrèz, V. (2000). Organismos genéticamente modificados. Ambiente y Desarrollo, 16(1-2), 44 - 47.
83. Whiteman, A., & Brown, C. (2000). How Appropriate Are Currently Biotechnologies for the Forestry Sector in Developing Countries? Biotecnología Aplicada, 17(2).

