



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS**

**REGULACIÓN DEL MÉTODO DE EDICIÓN GENÉTICA
CRISPR/CAS9 EN LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE
ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS**

TESIS

**Para obtener el grado de:
LICENCIADO EN DERECHO**

PRESENTA

EDWIN JESÚS TUZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.C. JAVIER OMAR ESPAÑA NOVELO

Chetumal, Quintana Roo, México, noviembre del 2017.





UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

REGULACIÓN DEL MÉTODO DE EDICIÓN GENÉTICA CRISPR/CAS9 EN LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Presenta: **Edwin Jesús Tuz Hernández**

Tesis elaborada bajo supervisión del comité de Asesoría y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO EN DERECHO

COMITÉ DE TESIS:

Director: _____

M.C. Javier Omar España Novelo

Asesor: _____

M. D. Salvador Bringas Estrada

Asesor: _____

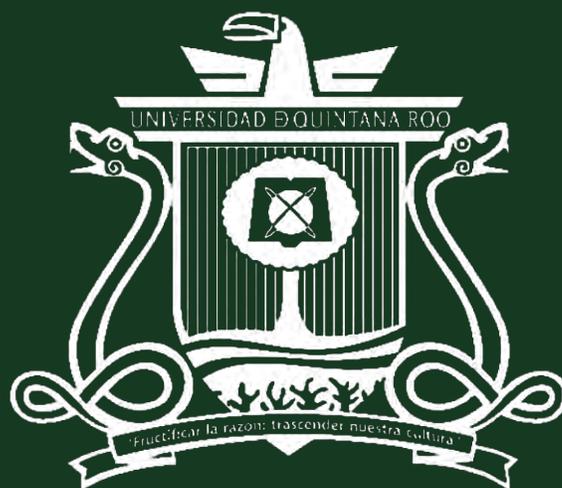
Dra. Kinuyo C. Esparza Yamamoto

Chetumal, Quintana Roo, México, noviembre 2017



Agradecimientos

Sin lugar a dudas y como no podía ser de otro modo, tengo que agradecer la razón por la cual me estoy recibiendo en licenciado en derecho y todo es a mi querido Padre PASTOR TUZ YAM sin el que nada de esto sería posible; a mi madre Martha Patricia Hernández Matos y también agradeciendo a un gran amigo que me ayudó a lo largo de mi carrera: gracias desde el futuro .



ÍNDICE

Introducción

Marco conceptual

Glosario de términos

CAPITULO I

Descubrimiento del CRISPR (en inglés: *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*, en español: *repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas*).

1.1 .historia de la edición genética

1.2 Genética Contemporanea

1.2.1 El proyecto del Genoma Humano

1.2.2 La manipulación genética

1.2.3 Las técnicas actuales de edición genética

1.2.4Ingeniería genética en vegetales

1.3 Descubrimiento del CRISPR

1.4 Funcionamiento del CRISPR

1.5 La patente del CRISPR

1.6 Aplicación del CRISPR y la Bioseguridad

CAPITULO II

Historia legal sobre los OVGGM en México

2.1 Antecedentes en legislativos en materia de edición genética en México

2.2 Los OGM en México. Marco legal

2.3La Bioseguridad en México

2.4 El SNICS. marco legal y su papel en la Bioseguridad

CAPITULO III

Juicios y prejuicios sobre los OVGM

- 3.1 Peligro de los monocultivos
- 3.2 El cuidado y variedad de semillas
- 3.3 Peligros de Medio Ambientales de los OVGM
- 3.4 Origen y supuestos de los OVGM
- 3.5 Alimentos transgénicos usando el CRISPR
- 3.6 Los riesgos sanitarios de OGM destinados a alimentación.
 - 3.6.1 Propiedad intelectual de los OGM

CAPITULO IV

Secretarías y órganos responsables en materia de organismos genéticamente modificados

- 4.1 SEMARNAT
- 4.2 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- 4.3 Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- 4.4 Secretaría de Salud
- 4.5 LA CIBIOGEM
- 4.6 EICONACyT

Capítulo V

El desarrollo tecnológico: entre la legalidad y la moralidad

- 5.1 Impulso al Avance y Desarrollo tecnológico
- 5.2 Legislación Actual Del CRISPR En Otros Países
- 5.3 Aspectos morales de la edición genética**

Propuestas

CONCLUSIONES

ACRÓNIMOS

CRISPR (en inglés: *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*, en español: *repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas*).

OGMS: Organismos Genéticamente Modificados.

SNICS: órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales.

OVGM: organismos vegetales genéticamente modificados.

INMEGEN: Instituto Nacional de Medicina Genómica.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

La Genética es la rama de la biología que se encarga de estudiar el mecanismo de la transmisión de los caracteres físicos, bioquímicos o de comportamiento de generación a generación. En otras palabras estudia la manera en que los rasgos de individuos de una misma especie son transmitidos o heredados. La genética nació a partir de los primeros experimentos de cruzamiento de plantas realizados por el monje Gregor Mendel.

El Genoma humano es un código genético que tiene toda la información hereditaria de una persona, está codificada en el ADN. El conjunto de todos los genes diferentes son cada núcleo de una determinada especie.

La Bioseguridad es un conjunto de normas, medidas y protocolos que son aplicados en múltiples procedimientos realizados en investigaciones científicas y trabajos docentes con el objetivo de contribuir a la prevención de riesgos o infecciones derivadas de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o con cargas significativas de riesgo biológico, químico y/ físicos, como por ejemplo el manejo de residuos especiales, almacenamiento de reactivos y uso de barreras protectoras entre otros.

La Bioética es la rama de la ética aplicada que reflexiona, delibera y hace planteamientos normativos y de políticas públicas para regular y resolver conflictos en la vida social, especialmente en las ciencias de la vida, así como en la práctica y en la investigación médica que afectan la vida en el planeta, tanto en la actualidad como en futuras generaciones.

La manipulación genética es la tecnología del control y transferencia del ADN de un organismo a otro, lo que posibilita la corrección de los defectos genéticos y la creación de nuevas cepas (microorganismos), variedades de plantas y razas de animales para una obtención más eficiente de sus productos.

Introducción

En la presente tesis pretendo exponer el problema de la desactualización de la bioseguridad y su aplicación en plantas para la creación de OGM así como los riesgos en bioseguridad de esta.

Hablaré de como México debería actuar en materia de bioseguridad y de cuidado ambiental a este hito histórico que es el CRISPR, que es comparable con la llegada de la computación.

Y aunque el potencial de CRISPR es vasto tanto como para poder editar plantas , animales y al ser humano, solo me concentraré en las cuestiones ambientales sobre OGM y su regulación para potenciar este .

Propondré la creación de un capítulo en el cual se regulen los procedimientos para crear un GMO (organismo genéticamente modificado) usando el método de edición Genética CRISPR /CAS9 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats, en español *repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas*), esto es debido a que nuestra ley de organismos genéticamente modificados fue publicada en 18 de marzo de 2005 y desde entonces no ha recibido reforma.

Desde esa fecha se han dado increíbles avances en la edición genética: una de ellas es el CRISPR que es una verdadera revolución en cuanto cuestiones genéticas, tanto ha sido que ya se le ha nominado a dos premios nobel a Francisco Juan Martínez Mojica¹.

¹ Educast © Pontificia Universidad Católica del Perú 2017, URL: https://educast.pucp.edu.pe/speaker/3033/francisco_mojica, consultado 4 enero de 2017

Es un microbiólogo español, investigador y profesor titular del Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología de la Universidad de Alicante, conocido principalmente por haber realizado tempranas contribuciones (1993) que describían las secuencias repetidas CRISPR en arqueas y su papel en los mecanismos de inmunidad de las células procariotas. Sus descubrimientos cristalizaron más tarde en el desarrollo de los sistemas CRISPR-Cas.²

Fue el que descubrió las secuencias repetidas CRISPR en arqueas y su papel en los mecanismos de inmunidad de las células procarióticas. Sus descubrimientos ayudaron más tarde al desarrollo de la tecnología pero serían las científicas Jennifer Doudna catedrática de Química y Biología celular y molecular en la Universidad de California, Berkeley y Emmanuelle Charpentier, que es una microbióloga y bioquímica francesa las que descubrieron las capacidades de esta técnica, ambas han recibido el premio Breakthrough. CRISPR-Cas aunque no es una técnica de edición nueva es mucho más específica e incluso permite editar más de un sitio del genoma. CRISPR son las siglas en inglés de (clustered regularly interspaced short palindromic repeats), en español *repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas*, muchas revistas científicas ya la han descrito como una verdadera revolución en el campo de la ingeniería genética.

En México, ya se está haciendo investigación en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Inmegen, principalmente se realizan investigaciones donde CRISPR/Cas9 es utilizado como apoyo en la investigación básica para mejorar la calidad de plantas de interés alimenticio y para desarrollar una nueva medicina genómica, En el Inmegen, por ejemplo, se utiliza la técnica CRISPR desde hace casi tres años. El doctor Jorge Meléndez cortó e inactivó genes que producen ácidos ribonucleicos (ARN) largos

² ibidem

no codificantes, que son un tipo de ARN que no se traduce en una proteína pero que ayuda a regular diferentes procesos celulares, incluyendo la producción de otras proteínas.

De ahí cobra la importancia debido a la magnitud de los usos del CRISPR en distintos ámbitos desde el tratamiento de enfermedades congénitas hasta la mejora en la producción agrícola, apícola, acuícola, y de seguir esta tendencia esta técnica se convertirá en un estándar por lo que corre la oportunidad que México se actualice en materia de bioseguridad con esta nueva ley.

En el primer capítulo se desarrollará el tema de la historia de la genética en el manejo del ADN, no sin dejar de considerar que el Dr. Francis Mojica, investigador de la Universidad de Alicante, descubrió en 1993 unas secuencias repetidas a las que denominó CRISPR de las siglas del inglés *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, en español "Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente interespaciadas.

En el segundo capítulo se planteará lo relativo a los antecedentes legales que han regulado el tema de la genética, bioseguridad y marco legal respectivo de los OGM (Organismos Genéticamente Modificados) y el SNICS (órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales).

En el tercer capítulo se expondrán los temas del cuidado de las semillas bajo el tratamiento de esta técnica genética y los prejuicios sobre los alimentos transgénicos

Capítulo I.

Descubrimiento del CRISPR (en inglés: *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*, en español: *repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas*).

1.1 Historia de la edición Genética

A lo largo de la historia la gente ha entendido los conceptos de heredar características del padre o la madre de manera simple pero no tenían la comprensión de cómo funcionaban estas características hasta que un monje llamado Gregorio Mendel descubrió este misterio mientras realizaba sus observaciones botánicas en el monasterio agustino de Santo Thomas de Groom.

A la modificación del caudal hereditario de una especie, a través de la variación de la información contenida en los genes, sea con fines experimentales o terapéuticos, es a lo que se le denomina manipulación genética en sentido genérico cuando se trata de cualquier procedimiento que va en contra de las leyes naturales o se opone a los principios en que se sustenta la humanidad.³

Su definición ha sido ampliamente discutida desde su descubrimiento pero podemos definirla en considerarla como la ciencia que estudia la herencia y la variación en los seres vivos y otra que la define como la ciencia que estudia el material hereditario bajo cualquier nivel o dimensión⁴.

Desde su creación como ciencia ha sido ardua. veremos a continuación como fueron los inicios de esta rama del conocimiento.

³Guillermo Jiménez, Juan, *Aproximación a la manipulación genética en el nuevo código penal*, Ed. Leyer, México, 2001, p. 20

⁴Ramón Juan, *Genética general, Conceptos fundamentales*, la cadena, Editorial, Síntesis, 1999, p.15.

La genética empieza a dar sus primeros pasos a mediados del siglo XIX con los pioneros trabajos de Mendel.⁵

Gregor Mendel determinó mediante la observación de la planta del chícharo que existían características que se heredaban de una planta a otra, y que esta información se transmitía de una generación a otra, de manera peculiar, catalogó la existencia de un genotipo que es la información genética de un individuo y el fenotipo que es la influencia del medio en el genotipo.

También advirtió que algunas de estas características no se manifestaban en las generaciones posteriores de la planta. Ha esto lo llamó gen recesivo. Esto lo logró gracias a la observación de la planta de rosas, las cuales cruzó entre ellas y observó sus características. Así se pudo dar cuenta que existían ocasiones en el que el genotipo actuaba y volvía a las rosas blancas o rojas, aunque su trabajo fue revolucionario para la época en la que aún se seguía las ideas de Aristóteles en las que se pensaba que la sangre jugaba un papel determinante con respecto a la herencia. el trabajo de Mendel pasó desapercibido hasta que tres médicos, Carl Correns, Erich Von Tschermak y Hugo Vries, redescubrieran las leyes de Mendel en 1915.

También por esos años distintos estudios dan origen a la no menos famosa hipótesis de que un gen, una enzima contribuyen a ello de forma significativa. Los experimentos de Beagle y Ephrussi en *Drosophila* y en *Neurospora* provocaron mutaciones en los genes con rayos según el método puesto a punto por Muller varios años antes.⁶

⁵De Lora, Pablo, Gascón Marina, *Bioética Principios, Desafíos, Debates*, Editorial Alianza, Madrid, 2008, p21

⁶ Perera Julián, Tormo, Antonio, García, José Luis, *Ingeniería Genética Volumen I Preparación, Análisis, Manipulación Y Clonación De DNA*, Primera Edición EDITORIAL SÍNTESIS, Barcelona 2004, p28

Las enzimas son herramientas moleculares insustituibles en el trabajo con ácidos nucleicos, generalmente presentan actividades bastante estables, funcionan en reacciones sencillas y pueden ser fácilmente inactivadas.⁷

La teoría de que las enzimas contenían genes fue de gran importancia y se complementaría con el trabajo realizado.

En 1902 los científicos Theodor bovery y Walter Sutton desarrollaron la teoría cromosómica, estos observaron que había un paralelismo entre la herencia de los factores y el comportamiento de los cromosomas durante la meiosis y la fecundación. Por lo que dedujeron que los factores hereditarios residían en los cromosomas. Gregory Mendel había desarrollado sus observaciones sin conocer el ADN o los cromosomas, cosa que llegaría con Thomas Morgan Hunt que logra comprobar las teorías de los científicos antes mencionados con su trabajo con la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*.⁸

Estos animales eran fáciles de criar y tenían una ventaja muy grande como cobayas de laboratorio; no costaba casi nada alojarlas y alimentarlas, se podían criar a millones en botellas de leche, pasaban del huevo a la paternidad en diez días o menos y sólo tenían cuatro cromosomas, lo que mantenía las cosas convenientemente simples.⁹

Es así que observando las futuras generaciones de moscas de la fruta, Thomas Hutn observó que algunas de estas moscas tenían ojos de color blanco. con estos descubrimientos se empezaba a vislumbrar el patrón de cambio que sufrían estos animales

En la genética bioquímica, uno de los pioneros de la citología, enunció también una importante hipótesis y luego resultaría ser correcta. E. B. Wilson en

⁷ Perera Julián, Tormo Antonio, García José Luis, *Ingeniería Genética Volumen II Preparación, Análisis, Manipulación Y Clonarme De DNA* Editorial Síntesis, Barcelona, 2004, p22

⁸ Química Web 2008, Documento PDF, URL: <http://www.quimicaweb.net/Web-alumnos/GENETICA%20Y%20HERENCIA/Paginas/6.htm>, consultado 4 de enero de 2017

⁹ Departamento de química de la UNAM BILLY BRYSON, *Una Breve Historia de Casi Todo*.pp 899, Documento PDF, <http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Bill>, consultado 6 de enero de 2017

1900 sugería que los cambios periódicos de la capacidad de tinción de la cromatina, durante la división celular, estaban en concordancia con la variación experimental por los ácidos nucleicos y las proteínas eran los componentes básicos de los cromosomas.¹⁰

Otro gran aporte a la ciencia de genética fue el realizado por el joven médico suizo Friedrich Miescher, que trabajaba en el laboratorio de Felix Hoppe-Seyler en la Universidad de Tübingen, realizó experimentos sobre la composición química de los leucocitos que condujeron al descubrimiento del ADN. En sus experimentos, Miescher notó un precipitado de una sustancia desconocida, que él caracterizó más lejos.

Sus propiedades durante el procedimiento de aislamiento y su resistencia a la digestión de proteasa indicaron que la nueva sustancia no era una proteína o lípido. Los análisis de su composición elemental revelaron que, a diferencia de las proteínas, contenía grandes cantidades de fósforo y, como Miescher confirmó posteriormente, carecía de azufre.¹¹

Para poder lograr esta increíble proeza Miescher necesitó aislar el ADN del esperma de salmón y de pus de heridas abiertas. Dado que lo encontró solamente en los núcleos, Miescher denominó a este compuesto nucleína. Y posteriormente se pasaría a llamar ácido desoxirribonucleico.¹²

Estos descubrimientos hicieron que la comunidad científica se volcara hacia el estudio de este ácido, sus funciones y características y fue el científico alemán Robert Feulgen que en 1914 halló que el DNA tenía una atracción inusitadamente fuerte por un colorante rojo llamado fucsina. Feulgen consideró su

¹⁰Woods Ra, *Genética Química, cuadernos de biología*, Ediciones Omega S.A., Barcelona
11 Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos

PUBMED.org URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17901982> DOI: 10.1007/s00439-007-0433-0, consultado 26 de enero de 2017

12 Biología argentina: <http://www.biologia.edu.ar/adn/adntema0.htm>, consultado 26 de enero de 2017.

hallazgo tan poco importante que no se molestó en comunicarlo durante una década.

La coloración de Feulgen, como fue llamada cuando finalmente se comenzó a usarla, mostró que el DNA está presente en todas las células y que se ubica en los cromosomas.¹³

Otro gran aporte que contribuyó a futuros descubrimientos fue el del médico Ludwig Karl Martin Leonhard Albrecht Kossel

El campo de trabajo de Kossel fue la química fisiológica. Sus investigaciones comenzaron al final de los años setenta con el estudio del núcleo celular, y en los años noventa se inclinó cada vez más por el análisis de las proteínas.

Esto le llevaría a importantes conclusiones sobre la síntesis de proteínas, a suponer la importancia de las enzimas y a intuir el papel de los ácidos nucleicos en la herencia. Este trabajo se complementó con el descubrimiento de Erwin Chargaff biólogo británico que analizó las bases nitrogenadas del ADN en diferentes formas de vida, concluyendo que la cantidad de purinas no siempre se encontraban en proporciones iguales a las de las pirimidinas contrariamente a lo propuesto por Levene, la proporción era igual en todas las células de los individuos de una especie dada, pero variaba de una especie a otra.¹⁴

Es el papel de este mecanismo de ADN en el cual las enzimas juegan un papel importante estas. Estas inactivaciones fueron aprobadas por los experimentos de Hershey-Chase que probaron que el ADN era el material genético pero no cómo el ADN conformaba los genes.

El ADN debía transferir información de la célula de origen a la célula hija. Debía también contener información para replicarse a sí mismo, ser químicamente

¹³Curtis Shnek, Barnes Massarini, 1914. La tinción del ADN en: <http://www.curtisbiologia.com/b1914>, consultado 26 de enero de 2017. 1914. La tinción del ADN

¹⁴ BIOLOGIA Argentina, URL:<http://www.biologia.edu.ar/adn/adnestructura.htm>, consultado 26 de enero de 2017

estable y tener pocos cambios. Sin embargo debía ser capaz de cambios mutacionales, sin mutaciones no existiría el proceso evolutivo.¹⁵

Después se comprobó que la información genética es almacenada y transmitida por los ácidos nucleicos DNA(ácido desoxirribonucleico) y RNA (Ácido ribonucleico) que son macromoléculas resultantes de la polimerización de un número elevado de nucleotides¹⁶

Y los responsables de este gran avance fueron Erwin Chargaff, un bioquímico de origen judío que entre sus principales descubrimientos fueron la complementariedad estereoquímica de las bases en el ADN que permite hacer una réplica exacta de la molécula y de su modo de funcionamiento como vector de información de la herencia .¹⁷

Después de este otro descubrimiento sentaría las bases de la modernidad y fue a principios de la década de 1940 que George Beadle y Edward Tatum encontraron que una serie de reacciones biosintéticas controla fenotipos específicos ,¹⁸

Asi que descubrieron que los genes son elementos portadores de información que codifican enzimas.Las enzimas son herramientas moleculares insustituibles en el trabajo con ácidos nucleicos , generalmente presentan actividades bastante estables , funcionan en reacciones sencillas pueden ser fácilmente inactivadas.¹⁹

¹⁵ HISTORIA DE LA MEDICINA, <http://www.historiadelamedicina.org/kossel.html>, consultado 27 de enero de 2017

¹⁶Teijon Rivera, José Maria , *Bioquímica estructural , conceptos y test* , editorial telar, España, 2001, p.149

¹⁷Von Barloewen , Constantin, *Libro de los saberes* , Ed. Gala siruela, documento digital:<https://books.google.com.mx/books?id=IOFJQVt7RhcC&pg=PA77&lpg=PA77&dq=Erwin+Chargaff&source=bl&ots=L9NTzo12kR&sig=9LniatN-ZVM6gYTi9MX-yHV5Fkc&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwim-citado>, consultado 27 de enero de 2017, p. 77.

¹⁸ CLUBOIBAB, , Expreimento de Beadle y Tatum ,<http://cluboiab.blogspot.mx/2015/07/experimento-de-beadle-y-tatum.html>, consultado 27 de enero de 2017

¹⁹Perera,Julián , Tormo, Antonio , García, Jose Luis *Ingeniería genética, volumen I preparación , análisis , manipulación y clonarme de DNA*, editorial síntesis, 2000, p.22

El descubrimiento de la estructura del ADN fue hecha por Watson y Crick en 1953²⁰. En esta estaban los genes que ya habíamos visto anteriormente.

Un gen es un segmento de DNA que codifica la secuencia de un producto final, sea una proteína o un RNA, con función estructural o catalítica. El DNA contiene también otros segmentos o secuencias con función pura y reguladora.

El descubrimiento de que tanto las proteínas como los aminoácidos nucleicos son disposiciones lineales de sus respectivos bloques; estructurales aminoácidos y nucleótidos llevó a la hipótesis de que la secuencia lineal de los aminoácidos de una proteína específica por la secuencia lineal de nucleótido de un gen.²¹

Es así que todos los descubrimientos anteriormente mencionados dieron lugar a una nueva rama de la ciencia desconocida para la época conocida como genética término que acuñó el William Bateson, ya con el conocimiento de lo que era la célula solo faltaba descifrarla mérito que le pertenece a Marshall Nirenberg. Al resolver el código genético, descubrió las reglas por las que la información genética en el ADN se transmite a las proteínas, el elemento activo de las células vivas. En concreto, el biólogo estadounidense identificó los codones, la secuencia de tres unidades químicas del ADN, que recogen cada uno de los 20 aminoácidos que forman las moléculas de las proteínas.²²

Es así como transcurre la historia de la genética y de su evolución a lo largo del tiempo, de como sufrió diferentes transformaciones, que veremos en el siguiente capítulo.

1.2 Genética contemporánea

²⁰Kornblihtt, Alberto, *La humanidad del genoma, ADN, política y sociedad*, editorial siglo veintiuno, México, 2013, p. 19

²¹ Levine Louis, *Biología del gen*, ediciones omega, Barcelona, 1979, p. 15

²² EL mundo (24.01.2010), <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/01/24/opinion/22015544.html>, consultado 28 de enero de

1.2.1 Proyecto del genoma humano

Un hito en la historia de la humanidad el proyecto del genoma humano, iniciativa creada por el gobierno de Estados Unidos a través del departamento de energía.

En 1988, el Congreso de los Estados Unidos financió tanto al NIH como al DOE para embarcarse en una exploración más a fondo de este concepto, y las dos agencias gubernamentales formalizaron un acuerdo al firmar un Memorando de entendimiento para "coordinar investigaciones y actividades técnicas relacionadas con el genoma humano".²³

El desciframiento del genoma pudo determinar los genes responsables de muchas funciones en el cuerpo como lo son los genes que determinan la enfermedades hereditarias.

También se descubrió el parentesco genómico. Con la genética comparativa por ejemplo se supo que el genoma del ratón, que se presenta hoy en la revista *Nature*, revela que este modesto roedor tiene también 30.000 genes, y que comparte al menos el 99% de ellos con el ser humano.²⁴

Mucho descubrimientos comenzaron a descubrirse a medida que se decodificaba el ADN.

Inicialmente se creía que secuenciar todo el ADN tomaría al menos 15 años pero debido a los avances de la ciencia se terminó mucho antes, en tan solo cinco años, esto fue gracias al avance de la computación y la llegada y el empleo de mejores técnicas de investigación, incluido el uso de polimorfismos de longitud de los fragmentos de restricción, la reacción en cadena de la polimerasa, los cromosomas artificiales bacterianos y de levaduras, y la electroforesis de campo pulsante, hicieron posibles rápidos avances iniciales, con un costo de 2,300,000

²³ National Human Genome Research Institute, <https://www.genome.gov/27562862/breve-historia-del-proyecto-del-genoma-humano/>,^{11 may 2016}, consultado 29 de enero de 2017,

²⁴ EL PAIS, https://elpais.com/diario/2002/12/05/sociedad/1039042801_850215.html, consultado 29 de enero de 2017

millones de dólares, un presupuesto menor de lo previsto , se logró descifrar el 99% de los genes; aun quedaron algunos errores en el genoma, por ejemplo, un error de una letra en 30,000 genes ,²⁵

Aun hoy siguen los trabajos del Genoma que sigue arrojando nuevos descubrimientos que amplían nuestro conocimiento sobre los genes y su función. EL proyecto EL ENCODE (Encyclopedia of DNA Elements) Consortium es una colaboración internacional de grupos de investigación financiados por el Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano (NHGRI).

El objetivo de ENCODE es construir una lista completa de partes de elementos funcionales en el genoma humano, incluyendo elementos que actúan en los niveles de proteínas y ARN, y los elementos reguladores que controlan las células y las circunstancias en las que un gen está activo.²⁶

Es así a partir de la decodificación del ADN y el genoma humano que ya pudimos crear y experimentar y realmente comprender cómo funciona la máquina de ADN.

1.2.2 La Manipulación Genética

LA molécula de ADN es la molécula más compleja que existe, contiene miles de datos de información, si se pudiera desenredar alcanzaría la longitud de 160 cm.

La capacidad de poder editar esta molécula dio origen a una nueva ciencia conocida como ingeniería genética, con la cual se pudo por primera vez crear fenotipos que no se hubieran logrado en la naturaleza o por cruzamiento o selección natural.

²⁵ National Human Genome Research Institute, <https://www.genome.gov/27562862/breve-historia-del-proyecto-del-genoma-humano/>, consultado 11 mayo 2016

²⁶ ENCODE Stanford University. ©2017, <https://www.encodeproject.org/>, consultado febrero 3 de 2017

Aunque los seres humanos han logrado transformar a varias especies de animales y plantas a su voluntad, ejemplo de ello son el maíz, el arroz que antes eran plantas silvestres y también la domesticación de lobo, el linco , el burro , el caballo entre otras, permitió darnos ventajas en el antiguo y hostil ambiente que no tuvimos que enfrentar en los inicios de la humanidad.

Actualmente, a través de la cría selectiva se utiliza en granjas industrializadas, las cuales han podido hacer crecer una gallina y alcance la edad adulta en 4 semanas, cosa que en la naturaleza tomaría cerca de un año.

Con estas técnicas la industria, en los años 50s, agrícola , apícola y ganadera se ha multiplicado creando vacas más gordas o con ciertas características según el gusto del cliente , que aunque esta técnica tenía sus ventajas también sus limitantes porque no se podía eliminar ciertos patrones indeseables. Pero esto ha cambiado en los últimos siglos con la mejoras en ingeniería genéticas, ahora se pueden mutar a las vacas para que puedan producir más leche o que los toros desarrollen más musculatura .

El modo de lograr esto es a través de la ingeniería genética la cual es la utilización de ADN recombinante.

Si tuvieramos que resumir los principales pasos de este conjunto de técnicas diríamos que son los siguientes:

1.- Obtención del ADN del organismo a estudiar (ADN genómico), aislado del resto de las moléculas celulares.

2.-Fragmentación del ADN en segmentos discretos. Una vez que se ha logrado obtener el ADN es posible aislar un determinado gen de toda esa gran macromolécula.

3.- Aislamiento e identificación de un segmento de interés. Una vez que se ha logrado fragmentar el ADN en segmentos pequeños es necesario que cada uno de estos pueda ser identificado diferencialmente uno del otro. Nuevamente la genética bacteriana aportó la solución.

Sobre la base de estos conocimientos, se ensayó la posibilidad de que ambos tipos de moléculas pudieran servir como vectores del ADN en estudio.

Hasta ahora contando algunas otras técnicas de ediciones genéticas se ha podido sintetizar, aislar, y magnificar la estructura del ADN pero las técnicas existentes son ineficientes ²⁷

1.2.3 Las técnicas actuales de edición genética

Actualmente se han desarrollado técnicas de edición genética por diversas instituciones alrededor del mundo. En este capítulo solo veremos de una manera somera las más relevantes:

-ADN recombinantes

Rompimiento del ADN por medio de enzimas microbianas llamadas endonucleasas.

Empalme o recombinación de fragmentos de ADN utilizando la enzima ligasa.

-ADN polimerasa

Sintetizar las moléculas de ADN por acción de la polimerasa.

Unir dos o más moléculas de ADN una a la otra por acción de la ligasa.

-Polimerasa de reacción en cadena

El método de PCR utiliza cuatro elementos:

Un segmento de ADN de doble banda para ser copiado, al cual se llama molde de ADN.

²⁷ Oni escuelas, http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santiago_del_estero/adn/ftxtcuri.htm, consultado 6 de febrero de 2017

1.2.4 Ingeniería genética en vegetales

Las plantas han tenido un papel increíblemente importante a lo largo de la humanidad, esto ha sido de interés para el hombre antiguo que supo aprovechar sus usos, normalmente se da el cruzamiento de especies a través de injertos o hibridación y así se ha podido crear sepas o variaciones de estos organismos, actualmente con el desarrollo de la ingeniería genética y el conocimiento del genoma se ha podido aplicar esta nueva rama de la ciencia que es la ingeniería genética que como bien se sabe ha podido ayudar a la humanidad en diversas maneras .

Las plantas constituyen un sistema biológico especial de extraordinario interés desde el punto de vista aplicado, alimenticio sobre todo y que presenta grandes ventajas para la aplicación de los métodos de ingeniería genética, lo que las hace sujeto muy atractivo para la investigación y el desarrollo de procedimientos .

Se han conseguido muchas variedades de plantas a lo largo de la historia con este método.²⁸

1.3 Descubrimiento del CRISPR

Desde la década de 70 se ha podido editar el ADN; este proceso resultaba caro e ineficiente, hasta que a mediados del 2012 un grupo de científicos aplicaron un mecanismo descubierto en 1993 por el Dr. Francis Mojica, investigador de la Universidad de Alicante, quien descubrió en 1993 unas secuencias repetidas a las que denominó CRISPR de las siglas del inglés *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, en español "Repeticiones Palindrómicas Cortas

²⁸ Perera Julián, Tormo Antonio, Garcia José Luis, *Volumen II Ingeniería Genética Expresión De DNA. En Sistemas Heterodoxos* Editorial Síntesis, Madrid España 2002 p.187

Agrupadas y Regularmente interespaciadas.”²⁹ La segunda es el nombre de una serie de proteínas, principalmente unas nucleasas, que las llamaron así por *CRISPR associated system* (es decir: “sistema asociado a CRISPR”).³⁰

Este descubrimiento en su época no tuvo un gran impacto aunque fue vagamente mencionado en algunas revistas de interés científico hasta que dos investigadoras implementaron este mecanismo para editar el ADN las cuales fueron Jennifer Doudna, de la Universidad de California en Berkeley, y Emmanuele Charpentier, del Laboratorio de Medicina Molecular de Infecciones de Suecia en la Universidad de Umeå, que quedaron sorprendidas por el funcionamiento del CRISPR, su facilidad y increíble eficacia. Esto significó una revolución en toda forma, debido a que gracias a esto se puede localizar una parte del ADN, cortarlo y sustituirlo por otro ADN, esta forma de funcionamiento hizo que sus descubridoras le llamasen las tijeras de la vida, y compararan su funcionamiento con un procesador de texto.³¹

Ya que aparte es increíblemente fácil de usar solo con un poco de conocimiento en química básica, lo que ha impulsado a una nueva ola de investigadores que se han animado a experimentar con este nuevo método de edición genética y ha valido a sus descubridoras el premio Princesa de Asturias y el breakthrough prize.

Cuando por primera vez se anunció el potencial, han aumentado de manera exponencial las empresas de ingeniería en un 79% en Estados Unidos dejando atrás incluso a las empresas de tecnología, Su uso se puede aplicar tanto a plantas, animales e incluso el ser humano, esto último abre un gran debate que no será el tema de esta tesis, aunque se están haciendo ya investigaciones en

²⁹ Blogthinkbig.com. Angela Bernardo, 28 de Enero de 2016, URL: <https://blogthinkbig.com/francis-mojica-el-cientifico-espanol-que-descubrio-las-tijeras-moleculares-para-editar-el-genoma/>, consultado 12 de febrero de 2017

³⁰ Alberto Morán, Docencia, (marzo 9th, 2015), URL <http://doiencia.es/que-es-la-tecnologia-crispr-cas9/>, consultado 12 de febrero de 2017

³¹ Caballero Hernández, Diana, Rodríguez Padilla, Cristina, *La revolución de Crispr/Cas9*, CIENCIA UANL / AÑO 19, No. 78, MARZO-ABRIL 2016, <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=5610>, consultado 27 de enero de 2017 URL

embriones humanos con alcances nunca antes vistos especulando el fin de enfermedades hereditarias , también en el área agrícola gracias a esta técnica se están creando especies de plantas resistentes a virus con una gran rapidez , gigantes de la industria como Monsanto, DUPONT yaha generado sus propias licencias.

1.4 Funcionamiento del CRISPR

Como ya se había dicho anteriormente el CRISPR funcionaba como unas tijeras moleculares. En este capítulo abundaremos más en su funcionamiento de una manera técnica .

La nucleasa Cas9 del sistema CRISPR-Cas microbiano está dirigida a loci genómicos específicos mediante una secuencia guía de 20 nt, la cual puede tolerar ciertos desajustes con la diana de ADN y, de este modo, promover la mutagénesis no deseada fuera de destino. En este sentido, describimos un enfoque que combina un mutante Cas9 nickase con ARN, guía emparejada para introducir roturas de doble filamento objetivo.³²

Esta capacidad se debe a un locus CRISPR-Cas que está compuesto típicamente de un operón que codifica las proteínas Cas y una matriz repetición-espaciador que consiste en secuencias repetidas idénticas intercaladas y secuencias espaciadoras únicas dirigidas al invasor. La inmunidad de CRISPR-Cas funciona en tres pasos con el principio que un intruso una vez memorizado por el sistema será recordado y silenciado sobre una infección repetida.³³

³² PubMed Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos , Ran FA 1 , Hsu PD , Lin CY , Gootenberg JS , Konermann S , Trevino AE , de Scott DA , Inoue A , Matoba S , Zhang Y , Zhang F . 2013 10 de octubre; 155 (2): 479-80.) URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23992846> doi: 10.1016 / j.cell.2013.08.021, consultado 27 de enero de 2017

³³ PubMed Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos Pourcel C , Salvignol G , Vergnaud G . Microbiología. 2005 Mar; 151 (Pt _ {3}): 653 - 63.abril 2013 Microbiología. 2005 Mar; 151 (Pt _ {3}): 653 - 63. URL 33 :<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737331/> doi: 10.4161 / rna.24321Microbiología. 2005 Mar; 151 (Pt _ {3}): 653 – 63, consultado 27 de febrero 2017

Pero el cambio real ocurre durante la fase de adaptación, una parte de una secuencia de ácido nucleico invasora se incorpora como un nuevo espaciador dentro de la matriz de repetición-espaciador y la infección se memoriza así³⁴.

Durante La fase de expresión, la matriz de repetición-espaciador se transcribe como un precursor de una molécula de CRISPR de ARN (pre-crRNA) que se somete a procesamiento para generar una corta crRNAs madura, cada uno complementario a una secuencia invasor único.³⁵

En resumen, son tijeras moleculares que pueden ser programadas para cortar el ADN y que están hechas de enzimas que son derivados de proteínas y secuencias de ARN.

1.5 La patente del CRISPR

La comunidad científica identifica a Doudna y a Emmanuelle Charpentier como los personajes clave en esta investigación, sin embargo la oficina de patentes dio a conocer la decisión de la Oficina de Patentes de EE.UU. de otorgar la patente de la revolucionaria técnica de corta-pega genético CRISPR-Cas9 a Feng Zhang, investigador del Broad Institute, del MIT y la Universidad de Harvard.³⁶

34 PubMed Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos , 07 Mar 23 Barrangou R, Fremaux C, Deveau H, Richards M, Boyaval P, Moineau S, et al. CRISPR proporciona resistencia adquirida contra los virus en procariontes. *Ciencia*. 2007; 315 :1709-12. doi: 10.1126 DOI;315(5819):1709-12 URL :<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17379808>, consultado 27 de febrero de 2017

35 PubMed Biblioteca Nacional de los Estados Unidos 2013 May 1 Westra ER, Brouns SJ. La subida y la caída de CRISPRs - dinámica de la adquisición de espaciador y la pérdida. *Mol Microbiol*. 2012; 85 : 1021 - 5. doi: 10.1111 / j.1365-2958.2012.08170.x URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3737331/#R16>, consultado 27 de febrero 2017

36Por SINC, , URL: <https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/la-batalla-por-la-patente-de-crispr-ya-tiene-un-primer-ganador/> 16 de febrero de 2017 , consultado 13 de marzo de 2017 ,

El trabajo realizado por ambas científicas no fue tan innovador como para que se les otorgara la patente , en cambio el doctor Feng Zhang realizó pruebas del uso en esta técnica por lo que se le concedió al doctor Feng Zhang del instituto broad , ganándole así esta patente a la universidad de Berkeley.

A lo que la universidad de Berkeley declaro que la decisión de "no interferencia de hecho" de hoy por parte de la Junta de Apelaciones y Juicios de Patentes de Estados Unidos (PTAB). La PTAB determinó que las alegaciones de las patentes y solicitudes del Instituto Broad, que especifican que el sistema CRISPR-Cas9 se utiliza en células eucariotas (tales como células humanas), son suficientemente distintas como para ser patentables separadamente de las reivindicaciones del Doudna / Charpentier que cubre el uso de CRISPR-Cas9 en cualquier entorno, incluyendo células eucariotas y otros tipos de células.³⁷

La Universidad de Berkeley tiene otro medio de editar genes en células eucariotas por lo que ha solicitado otra patente.

1.6 Aplicación del CRISPR y la Bioseguridad

Como ya se había mencionado con anterioridad esta revolucionaria técnica por ser de bajo costo, muchas universidades han empezado a implementarlo como su método base de edición genética como la creación de unos científicos japoneses que crearon tomates que no necesitan semillas o polinización utilizando el sistema CRISPR / Cas9. Optimizamos el sistema CRISPR / Cas9 para introducir mutaciones somáticas de manera efectiva en *S/AA9*-un gen clave que controla la partenocarpia- con tasas de mutación de hasta el 100% en la generación T0.³⁸

³⁷ Declaración de Berkeley sobre la decisión del consejo de patentes sobre la tecnología de edición de genes CRISPR-Cas9, Robert Sanders , Relaciones con los medios | 15 DE FEBRERO DE 2017, , URL <http://news.berkeley.edu/2017/02/15/berkeley-statement-regarding-patent-boards-decision-on-crispr-cas9-gene-editing-technology>, consultado 13 de marzo de 2017

³⁸Scientific Reports 7, Rapid breeding of parthenocarpic tomato plants using CRISPR/Cas9m Article number: 507 , 2017, [Risa Ueta, Chihiro Abe, Takahito Watanabe, Shigeo S. Sugano, Ryosuke Ishihara, Hiroshi Ezura, Yuriko Osakabe & Keishi Osakabe](https://doi.org/10.1038/s41598-017-00501-4), URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-00501-4> DOI: 10.1038 / s41598-017-00501-4, consultado 13 de marzo de 2017

Esto fue gracias al CRISPR y a su increíble eficacia y menor costo.

En el campo de la agricultura el CRISPR también ha demostrado prometedores avances en el ámbito de la ganadería como el logrado en China donde ³⁹un grupo de investigadores, del Colegio de Medicina Veterinaria de la Universidad de Northwest en Shaanxi, han utilizado una versión modificada de la tecnología de edición de genes CRISPR para insertar un nuevo gen en el genoma de 11 vacas con el objetivo de hacerlas resistentes a la tuberculosis.

De esto modo ponen fin a la constantes muertes de vacas por esta enfermedad que ha causado millones en pérdidas materiales y monetarias

En el ámbito de la medicina un equipo de científicos de científicos del Laboratorio de Expresión Genética del Instituto Salk (California) ha logrado por primera vez, mediante técnicas de edición genética corregir en embriones la mutación del gen que causa miocardiopatía hipertrófica. Esta enfermedad que causa la muerte de muchos recién nacidos alrededor del mundo.⁴⁰

Aunque todo parezca buenas noticias no todo es así ya que la increíble facilidad con la que ahora se puede editar el ADN ya sea de un ser humano, animal o planta ,abre un tema de debate acerca del uso indiscriminado que se le podría dar a esta nueva herramienta de edición genética .

Uno de los usos más temibles que podemos encontrar en el CRISPR es que grupos extremistas o gobiernos de otros países puedan crear nuevas cepas de virus o crear una nueva y mortífera arma bioquímica , tal y como pudimos observar tiempo después de los atentados del 11 de septiembre donde el grupo extremista AL-queda introdujo ántrax en el servicio postal americano con la finalidad de

39 QUO revista PRIMERAS VACAS RESISTENTES A LA TUBERCULOSIS GRACIAS A CRISPR Juan Scaliter - 01/02/2017 URL: <http://www.quo.es/ciencia/primeras-vacas-resistentes-a-la-tuberculosis-gracias-a-crispr>, consultado 13 de marzo de 2017

40 La Prensa Gráfica , EMBRIONES HUMANOS: REPARAN MUTACION EN GEN , 3 de septiembre de 2017 URL: <http://www.laprensagrafica.com/2017/09/03/embriones-humanos-reparan-mutacion-en-gen>, consultado 14 de marzo de 2017

asesinar a importantes senadores de Estados Unidos y que causó que se tomaran nuevas medidas de seguridad en todo el mundo , Con el CRISPR se podría crear fácilmente una nueva cepa de Ébola y utilizarla para fines criminales .

Otro uso que podría adquirir esta nueva herramienta es de editar el ADN humano y perjudicar a las futuras generaciones.

En conclusión, parece más que pertinente que se regule este sistema para poder prever futuros casos legales

Capítulo II.

Historia legal sobre los OVG M en México

2.1 Antecedentes en legislativos en materia de edición genética en México

México tiene una amplio Historial de desarrollo en materia biotecnológica , En el periodo prehispánico los Mexicas sin saberlo utilizaban la biotecnología en la elaboración del famoso pulque usando la fermentación .

La biotecnología es una tecnología muy apropiada para resolver los problemas que afectan a la población en todos los niveles de desarrollo ⁴¹.

⁴¹ Casas, Rosalba , *La Investigación Biotecnologica En Mexico ; Tendencias En El Sector Agroalimentario* , , Primera Edición , Editorial Instituciones Nacionales Autónoma De Mexico, México,1993. P.15

En la época contemporánea México ha aportado avances como el El doctor Francisco Gonzalo Bolívar Zapata al que le debemos el uso clínico de la insulina de origen transgénico que se emplea actualmente para contender la diabetes.⁴²

Los antecedentes de la regulación de los OGM los podemos encontrar desde 1988 cuando se iniciaron solicitudes para plantar estos OGM; de 1999 al año 2000 se presentaron dos iniciativas que no fueron aprobadas por la Cámara de diputados.

Esto fue gracias al impulso en México de la llamada revolución verde que fue un fenómeno a nivel mundial y que consistiría en la modernización de la agricultura, donde el conocimiento tecnológico suplantó al conocimiento empírico determinado por la experiencia práctica del agricultor. Los agricultores pasaron a emplear un conjunto de innovaciones técnicas sin precedentes, entre ellas los agro tóxicos, los fertilizantes inorgánicos y, sobre todo, las máquinas agrícolas.

Históricamente, puede considerarse su inicio luego del término de la Primera Guerra Mundial; sin embargo, su expansión global ocurrió más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial cuando las grandes industrias, sobre todo en Estados Unidos, desarrollaron una enorme acumulación de innovación tecnológica militar que no tuvo un mercado inmediato al término del conflicto bélico. De este modo, surgió la conversión rápida de innovaciones bélicas a usos civiles, el caso más obvio de lo anterior fue la rápida fabricación de tractores a partir de la experiencia en el diseño de tanques de combate y la fabricación de agrotóxicos como producto colateral de una pujante industria químico-biológica dedicada a la fabricación de armas de ese tipo. Otro ejemplo es el de la tecnología nuclear que había surgido de entre los mejores cerebros científicos de la época; pero que se desprestigió rápidamente luego de las muertes masivas de civiles en Hiroshima y Nagasaki.

⁴²Ureña, Judith, *Francisco Gonzalo Bolívar Zapata, El pionero de los transgénicos*, Ciudad de México. 13 de octubre de 2016 URL: <http://conacytprensa.mx/index.php/sociedad/personajes/10493-francisco-bolivar-zapata> consultado 15 de marzo de 2017

La industria nuclear “pacífica” fue rápidamente sumada a la revolución verde en la forma de técnicas para el control de plagas mediante la esterilización de ejemplares irradiados y para la conservación de alimentos mediante la esterilización nuclear.⁴³

La evolución tecno científica moderna nos remite a los esfuerzos nacionales para su institucionalización en México a partir de 1935 con la creación del Consejo Nacional de la Educación Superior y la investigación Científica (CENESI),⁴⁴ el cual incluyó a México gracias a la presión de potencias como Estados Unidos y se logró firma del acuerdo, a partir de ese momento se presentaron muchas iniciativas por parte de distintos partidos políticos en materia de bioseguridad .

Estas versiones hechas a la medida e intereses de los partidos políticos más importantes del país, de alguna manera establecerían una visión de expertos para legislar en los procesos de investigación, de producción y comercialización de OGM.

Ejemplos de esta ley fueron la ley de Bioseguridad de Organismos Vivos y Material genético por parte de Partido verde ecologista de México , ley de bioseguridad , por parte del Partido de Acción Nacional , ley sobre producción , distribución comercialización , control y fomento de los productos transgénicos del Partido Revolucionario Democrático , Proyecto de predicts en de ley de Bioseguridad de Partido de Acción Nacional con el Partido Verde ecologista de México, la ley de investigación y desarrollo Biotecnológico del Partido Revolucionario Democrático y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados del CONACyT⁴⁵ la que al final triunfó fue este último que todo conocemos debido en parte a su desinterés y falta de partidismo.

⁴³ Ceccon Eliane, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM , 2008, <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/44-revistas/revista-ciencias-91/235-la-revolucion-verde-tragedia-en-dos-actos.html> , consultado 15 de marzo de 2017

⁴⁴ Instituto de investigaciones sociales , *La cultura científico -tecnológica nacional : perspectivas multidisciplinarias*, México , instituto de investigaciones sociales , UNAM , México, 1992 pp. 101.

⁴⁵ Galán, José , *Alerta académica abre el riesgo de aprobar la ley de bioseguridad* , La jornada , 12 de diciembre de 2004, México, consultado 16 marzo 2017

Al aprobar esta ley, México entraba los OGM con posibilidad de restituir parte de las invenciones en materia de OGM a los científicos nacionales , empresas nacionales y en parte poder ayudar a los campesinos .

Asi también México ha firmado el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología y es un acuerdo internacional que se centra en regular el movimiento transfronterizo de Organismos Vivos Modificados entre los países que son Parte del Protocolo. Las negociaciones de este tratado internacional iniciaron en el año de 1995.

Su contenido fue adoptado el 29 de enero del 2000 como un acuerdo suplementario del Convenio sobre la Diversidad Biológica. México ratificó el Protocolo de Cartagena por acuerdo del Senado de la República en 2002.

El Protocolo entró en vigor el 11 de septiembre de 2003, este 11 de septiembre de 2013 cumple su décimo aniversario.⁴⁶

En el artículo 2 del protocolo de Cartagena se obliga los países miembros a tomar acción en la protección de la Diversidad Ambiental.

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

Con la firma del tratado de Cartagena nuestro país ha creado leyes y órganos para poder cumplir con lo pactado en este convenio como lo es La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y la CIBIOGEM Órgano responsable de cumplir lo dicho en esa ley .

La LBOGM clasifica en el Artículo 2 en la fracción XXI que nos da el concepto de OGM :

⁴⁶ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT 2014, <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/protocolo->

[de-cartagena](#), consultado 16 de marzo de 2017,

XXI. Organismo genéticamente modificado: Cualquier organismo vivo, con excepción de los seres humanos, que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través del uso específico de técnicas de la biotecnología moderna que se define en esta Ley, siempre que se utilicen técnicas que se establezcan en esta Ley o en las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma.

La ley no hace excepciones en OGM no discrimina entorno a que técnica usar. Entre sus observaciones legales se encuentran:

- I. Garantizar un nivel adecuado y eficiente de protección de la salud humana, del medio ambiente y la diversidad 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;⁴⁷

Según fuentes oficiales, hay ensayos de producción transgénica en México desde 1982 aunque de manera oficial México le dio la bienvenida a los transgénicos

en 2005, bajo la administración panista de Vicente Fox Quesada, cuando se inicia el registro de 54 solicitudes para liberar al ambiente organismos genéticamente modificados dentro del territorio nacional, a través del documento Solicitudes de Permisos de Liberación al Ambiente de Organismos Genéticamente Modificados⁴⁸.

En estos 18 años se han otorgado 151 permisos a las empresas y otras instituciones para el cultivo de transgénicos en 16 estados del país (50% de las

⁴⁷ LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS TEXTO VIGENTE, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005. Documento PDF URL:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf> , consultado 16 de marzo de 2017

⁴⁸ CONTRALINEA, *Autorizan siembra de transgénicos en 15 millones de hectáreas*. Noviembre 15, 2016 at 12:00 am Erika Ramirez URL: <http://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/2016/11/15/autorizan-siembra-de-transgenicos-en-15-millones-de-hectareas/>, consultado 16 de marzo de 2017

entidades del país), en un área total aproximada de 200 mil hectáreas, de las cuales más del 90% de ellas corresponden a la empresa transnacional Monsanto y principalmente para el cultivo de algodón y soya transgénicos.⁴⁹

En 1982 se solicitó el permiso para el cultivo de jitomate que representa en este año el 0.6% de todos los permisos otorgados durante los últimos 18 años. Diez años después, en 1992, se otorgaron 4 permisos (2.6%); 6 autorizaciones en 1993 (3.9%); 8 en 1994 (5.2%); 9 en 1995 (5.9%); 29 en 1996 (19.2%); 36 en 1997 (23.8%); 31 en 1998 (20.5%); 22 en 1999 (14.5%); y 5 hasta el mes de mayo de 2000 (3.3%).

De los 151 permisos otorgados para el cultivo de transgénicos, 33 fueron para la siembra de maíz; 28 para algodón; 15 para tomate; 14 para jitomate; 13 para soya; 10 para calabacita; 5 para papa; 4 para papaya, melón y tabaco cada uno; 3 para el trigo; dos para canola; y un permiso para cada uno de los siguientes productos: lino, chile, plátano, piña, clavel, alfalfa y arroz.

Además, un permiso para microorganismos, otro para el BT modificado genéticamente y uno más para *Rhizobium Etli*. Entre las nuevas características genéticas de esos cultivos están la resistencia a ciertos virus y herbicidas con el Gen Roundup Ready; al glifosato, herbicida producido por la misma empresa transnacional Monsanto; retarda miento de la maduración del fruto; resistencia al Moho Azul y otros virus en el caso del tabaco.

También para la resistencia a gusanos, mariposas u otros insectos en el caso del maíz, jitomate y algodón entre otros; la autopolinización; tolerancia al bromoximil y al aluminio; retro cruzas; modificación del color de los pétalos en el caso del clavel y para incrementar la fijación del nitrógeno, entre otras características.

Estas características han aumentado las capacidades productivas del campo , este es el poder de los transgénicos, la capacidad de hacer resistente a una

⁴⁹Biodiversidad Latinoamérica 21 febrero 2005 16:04 CIEPAC , http://www.biodiversidadla.org/Menu_Derecha/Prensa/Historia_de_los_cultivos_transgenicos_en_México, consultado 16 de marzo de 2017,

planta, muchos expertos aseguran que los transgénicos tienen la capacidad de resolver los problemas alimentarios del mundo

En México las primeras son 28 transnacionales principales las cuales son.

1) Monsanto (Estados Unidos) obtuvo por lo menos el 38% de los permisos para cultivar transgénicos en el período analizado, por medio de la misma empresa y sus filiales como son Asgrow y Calgene. Así, Monsanto tiene cultivos de transgénicos por lo menos de jitomate, algodón, soya, maíz, tomate, papa, calabacita, canola y calabaza; y sus inversiones han estado ubicadas en al menos los Estados de Sinaloa, Coahuila, Tamaulipas, Nayarit, Sonora, Baja California, San Luis Potosí, Veracruz, Nuevo León, Chiapas, Baja California Sur, Chihuahua, Guanajuato y Jalisco. Monsanto fue la segunda empresa transnacional que más ganancias obtuvo en 1999 por la venta de semillas en el mundo (mil 700 millones de dólares).

2) Pulsar (México) obtuvo el 17% de los permisos por medio de sus filiales Petoseed Mexicana, Seminis, CIICA y DNA Technology. Pulsar de Alfonso Romo ha sembrado transgénicos al menos de jitomate, tomate, chile, calabacita, melón; en los estados de Chiapas, Baja California, Guanajuato, Sinaloa, Nuevo León, Baja California Sur, Sonora y Jalisco, entre otros.

3) Dupont (Estados Unidos) obtuvo al menos el 8% de los permisos por medio de su subsidiaria Pioneer y cultivó transgénicos al menos de soya y maíz en los estados de Nayarit, Baja California y Sinaloa. Esta transnacional ocupó el primer lugar a nivel mundial en la comercialización de semillas en 1999, obteniendo una ganancia de mil 850 millones de dólares.

4) Aventis (Alemania) obtuvo el 4% de los permisos para la siembra de algodón en los estados de Tamaulipas, Baja California, Sinaloa y Sonora.

Estas cuatro empresas obtuvieron en total el 67% de los permisos otorgados para el cultivo de transgénico⁵⁰

Como es bien sabido México no es una potencia en investigación genética por lo que la creación de una ley de organismos genéticamente modificados ya supone un hito en materia legal. En México fue publicada en 2005 y continúa en vigencia, esta Ley considera los tratados internacionales de los que México forma parte, define principios de política nacional, establece instrumentos para su aplicación, determina competencias de las dependencias Federales Mecanismos de comunicación e información, Bases para el contenido de normas e Instrumentos de fomento a la investigación, como sabemos el motivo de toda regulación que emite un estado es para normar las actividades que pretenden garantizar⁵¹

como lo podrían ser en mayor medida el funcionamiento eficiente de los mercados, generar certeza jurídica, garantizar derechos de propiedad y evitar daños inminentes o bien atenuar o eliminar daños existentes a la salud o bienestar de la población, a la salud animal y vegetal, al medio ambiente, a los recursos naturales o a la economía también. Regula actividades de utilización confinada, liberación experimental, programas piloto y liberación comercial;⁴⁶

La regulación nacional relacionada con los OMGs se había centrado en aspectos de prevención y control de posibles riesgos del uso y aplicación de OGMs para la salud humana, la sanidad vegetal y animal y el medio ambiente, aspectos en el ámbito de competencia de las Secretarías de Salud (SS), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) con base en la Ley General de Salud; Ley Federal de Sanidad Vegetal; Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas y en la NOM-FITO-056. Por lo

⁵⁰BIODIVERSIDAD Latinoamerica 21 febrero 2005, URL: http://www.biodiversidadla.org/Menu_Derecha/Prensa/Historia_de_los_cultivos_transgenicos_en_Mexico, consultado 16 de marzo de 2017.

⁵¹Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT 2017 URL: <http://conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/Eventos/CIBIOGEM/Puertas-abiertas/6/presentaciones/8-Regulacion-nacional-ogms-bloh.pdf>, consultado 16 de marzo de 2017

que respecta al ambiente, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales (SEMARNAT), se rige por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el reglamento en materia de impacto ambiental. Otras dependencias gubernamentales, relacionadas con los OGMs son la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), aplica la normatividad relacionada con el control sobre movimientos transfronterizos de bienes, aduanas, imposición tributaria, etc.; la Secretaría de Economía, responsable del comercio exterior, políticas comerciales, tratados internacionales.⁵²

El registro público de la propiedad es una institución dependiente del estado, del poder ejecutivo y tiene por objeto proporcionar publicidad a los actos jurídicos regulados por el derecho civil, cuya forma ha sido realizada por la función notarial con el fin de facilitar el tráfico jurídico a través de un procedimiento legal cuya consecuencia es en síntesis la seguridad jurídica.⁵³

El IMPI, está a cargo de los aspectos relativos a la propiedad industrial (patentes, marcas, etc.) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT) indirectamente relacionadas estos dos últimos indirectamente con la bioseguridad al aplicar normas jurídicas vinculadas con la elaboración de políticas educativas y de investigación. Desde los avances realizados en la década de los 80 se han venido dando una serie de eventos cronológicos para regular a los OGM y son :

- 1988 Primera solicitud y prueba en campo: tomate GM resistente a insectos.
- 1990 Modificación de Leyes: Fitosanitaria y de Semillas para incluir OGMs.

52 Biotecnología en México ,UNAM,
URL:<http://www.amc.unam.mx/biotecnologia/grupos/legislacion.htm>, consultado 16 de marzo de 2017

53 Colin Sanchez , Guillermo *Procedimiento Registral De La Propiedad* , Editorial Porrúa 1985, Segunda Edición Pp17

- 1995 NOM 056-FITO-1995. Establecimiento de requisitos fitosanitarios: Movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo con OGMs.
- 1999 Decreto de formación de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) .
- 2003 Entrada en vigor del Protocolo de Cartagena -ratificado por el Senado en 2002 - Historia de la regulación en México Historia de la regulación en México.
- 2005 Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.
- 2006 Reglamento de la CIBIOGEM, adecuación de Reglamento Interior de Secretarías Competentes 2007 Reglas de Operación de la CIBIOGEM
- 2008 Reglamento de la LBOGM 2009 Decreto de reforma al Reglamento de la LBOGM: Régimen de Protección Especial de Maíz (RPEM) Comité Técnico Científico de la SAGARPA. Reglas de Operación del Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación C & T en Bioseguridad y Biotecnología. Historia de la regulación en México.
- 2011 Acuerdo relativo a la Información/Documentación/Formato de Avisos de Utilización Confinada de OGMS.
- 2012 Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y de Diversidad Genética de Maíz.
- 2014 NOM-164-SEMARNAT/SAGARPA-2013 características y contenido del reporte de resultados de la o las liberaciones realizadas de OGMs.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014, Especificaciones generales de etiquetado de organismos genéticamente modificados que sean semillas o material vegetativo destinados a siembra, cultivo y producción agrícola.⁵⁴

Cada una de estas regulaciones ha surgido de la necesidad del momento y de las circunstancias que México ha asumido ante los retos globales de cada década

Actualmente se necesita una nueva reforma que vaya acorde a los tiempos modernos.

En 1988 la Secretaría de Agricultura recibió la primera solicitud para llevar a cabo una prueba de campo con un organismo transgénico.

En 1990 se instituyó el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola como un grupo de consulta científico de la DGSV/SAGARPA.

De 1988 a Enero de 2007, se han autorizado más de 450 pruebas para liberar experimentalmente OGMs, Estos se han consumido desde 1996 en diversos países. Sin que se haya atribuido un daño por estos productos.⁵⁵

Más bien se ha iniciado campañas de desprestigio y desinformación acerca de los transgénicos tachándolos de malos cancerígenos y estas campañas provienen del más irracional medio y estas están dichas por periódicos, revistas de gran fama y poca objetividad solo por poner un ejemplo el *Excelsior* proclama en una nota que los transgénicos son responsables de que un bebé naciera sin brazos .

El año 2002, el Senado ratificó el Protocolo de Cartagena centrado específicamente en el movimiento transfronterizo de Organismos Vivos

⁵⁴ Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios COFEPRIS, <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Normas-Oficiales-Mexicanas.aspx>, consultado 21 de marzo de 2017

⁵⁵ Centro Nacional de Metrología ,2008 Documento PDF, https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/info/presentaciones/SM2008-S2A1-Presentacion-Reynaldo%20Ariel.pdf, consultado 22 de marzo de 2017,

Modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. Fue adoptado el 29 de enero de 2000 como un acuerdo suplementario del Convenio sobre la Diversidad Biológica y entró en vigor el 11 de septiembre de 2003. Fue ratificado por 50 países, este tendrá importantes repercusiones en la investigación, producción y comercialización de OGMs y de productos que los contengan, así como un efecto en la organización y participación de distintas autoridades gubernamentales. Además también es importante recordar que el Congreso de la Unión aprobó en diciembre de 2001, una modificación al artículo 420 del Código Penal Federal, en cual hace ilegal la utilización de transgénicos o su transportación y será sujeto de un procedimiento penal.⁵⁶

Es así como estas leyes prevén la bioseguridad del individuo y su entorno. En el artículo 19 de la Ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados habla sobre la creación de un laboratorio Nacional de Referencia que coadyude a promover el desarrollo de metodologías para la cuantificación y detección de OGM. Esta tarea se le otorga al centro nacional de metrología.

El CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, cursos especializados en metrología, ensayos de aptitud y asesoría.⁵⁷

56 PROTOCOLO DE CARTAGENA SOBRE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA TEXTO Y ANEXOS, <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/cartagena-protocol-es.pdf>, consultado 22 de marzo de 2017.

57 Centro Nacional de metrología CENAM, <http://www.cenam.mx/servicios/>, consultado 22 de marzo de 2017,

2.2 Los OGM en México. Marco legal

Cuando comenzó el auge de las tecnologías de los transgénicos entonces varios gobiernos del mundo comenzaron a regular este aspecto , el cual culminó en la cumbre de la tierra celebrada en Río de Janeiro en que se estableció el convenio sobre la diversidad biológica el cual México firmó. A partir de ese momento hubo la necesidad de actualizar las leyes y normas de nuestro país , tanto a los nuevos acuerdos y tratados que exponían una nueva forma de cuidado de la salud de los seres.

Es por eso que en 1999 se creó por acuerdo del Ejecutivo la comisión intersectorial y organismos genéticamente modificados (CIBIOGEM), fruto de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.⁵⁸ con el objeto de coordinar las políticas de la administración pública federal relativas la bioseguridad y en general al uso y aprovechamiento de organismos genéticamente modificados bioseguridad y para cumplir con lo convenido en el convenio sobre la diversidad biológica.

El órgano establecido para regular los OGM y máxima autoridad en esta materia es El CIBIOGEM que es la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), es el órgano del Poder Ejecutivo Federal que se encarga de establecer las políticas relativas a la seguridad de la biotecnología respecto al uso de los OGMs.⁵⁹

La CIBIOGEM está integrada por los titulares de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Salud; Educación Pública (SEP); Hacienda y

⁵⁸ Diario oficial de la federación , 28 de noviembre de 2006, URL: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php, consultado 22 de marzo de 2017

⁵⁹ Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, COFEPRIS, , <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Cibiogem.aspx> , consultado 22 de marzo de 2017

Crédito Público (SHCP) y Economía, así como por el Director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).⁶⁰

La CIBIOGEM cuenta con un Secretario Ejecutivo designado por el Presidente de la República quien con el apoyo de la Secretaría Ejecutiva, ejecuta y da seguimiento a los acuerdos de la Comisión.⁶¹

Además, la CIBIOGEM se apoya en tres Órganos Técnicos y Consultivos: el Comité Técnico, el Consejo Consultivo Científico y el Consejo Consultivo Mixto.

La CIBIOGEM está apoyada en el CONACYT en el desarrollo de nuevas técnicas de biotecnología apoya la investigación, desarrollo de los OGM , su estudio y aplicación.

De esta depende de la La ley de bioseguridad de organismos modificado porque conforme la minuta aprobada en febrero 2005 por el Senado de la República tiene que sentar las bases y el marco jurídico para la aplicación segura de la biotecnología moderna y con ello garantizar la protección del ambiente del ambiente , la biodiversidad , la salud humana y la sanidad animal , vegetal y acuícola; dar certidumbre jurídica para la investigación y desarrollo tecnológico en biotecnología que se traduzca en la solución de problemas y necesidades propios de nuestro país y en beneficio de los Mexicanos.⁶²

En la LBOGM el artículo 6 expresa que los OGM que no son materia regulación y estas son:

ARTÍCULO 6.- Quedan excluidos del ámbito de aplicación de esta Ley:

- I. Las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto y liberación comercial, comercialización,

⁶⁰ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT 2014, <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/cibiogem/acerca-de-la-cibiogem>, citado 22 de marzo de 2017,

⁶¹Frías, Arturo Cristán, Comisión Federal para la protección contra Riesgos Sanitarios, , <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Cibiogem.aspx>, consultado 23 de marzo de 2017

⁶²De Piña García, Juan Pablo, Legislación Sobre Biotecnología Y Bioseguridad , Editorial Porrúa, México, 2005, Pp 9.

importación y exportación de OGMs, cuando la modificación genética de dichos organismos se obtenga por técnicas de mutagénesis tradicional o de fusión celular, incluida la de protoplastos de células vegetales, en que los organismos resultantes puedan producirse también mediante métodos tradicionales de multiplicación o de cultivo in vivo o in vitro, siempre que estas técnicas no supongan la utilización de organismos genéticamente modificados como organismos receptores o parentales;⁶³

Por técnicas tradicionales, como cruce y apareamiento, técnica que se ha practicado por miles de años con la domesticación de especies animales, plantas así como las técnicas relativamente modernas de unión celular como la fecundación invitro.

Las características de estas técnicas y la razón por las que la ley no contempla esas prácticas es porque estos organismos no fueron genéticamente modificados en su estructura de ADN ni tampoco se han cruzado con estos organismos. La ley especifica:

- II. La utilización de las técnicas de fertilización in vitro, conjugación, transducción, transformación o cualquier otro proceso natural y la inducción poliploide, siempre que no se empleen moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante ni de organismos genéticamente modificados;
- III. La producción y proceso de medicamentos y fármacos con OGMs generados a partir de procesos confinados cuya regulación corresponde a la Ley General de Salud;

⁶³ Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados Documento URL: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf> , consultado 23 de marzo de 2017

- IV. El control sanitario de los productos derivados y los procesos productivos confinados en los que intervengan OGMs autorizados conforme a esta Ley, para uso o consumo humano o animal, los cuales quedan sujetos a las disposiciones de la Ley General de Salud y sus reglamentos aplicables a todos los productos y procesos;

- V. La colecta y el aprovechamiento de recursos biológicos, cuya regulación corresponde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a la Ley General de Vida Silvestre, y a los Tratados Internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, y

- VI. La propiedad intelectual de los productos y procesos biotecnológicos, lo que es materia de la Ley de Propiedad Industrial, de la Ley Federal de Variedades Vegetales y de los Tratados Internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.

Gracias a esto el campo de biotecnología en México se ha beneficiado, aunque no al grado como los países del primer mundo. En Latinoamérica, Brasil es el país que más invierte en el desarrollo de esta tecnología.

Nuestro país no se caracteriza por ser un país cultivador de alimentos transgénicos; sin embargo, importa el 50 % del maíz para su consumo de países como Estados Unidos, nación que acostumbra modificar genéticamente sus productos.⁶⁴

Nuestro país cuenta con amplias extensiones de tierra cultivable lo que lo hace un potencial mercado para compañías multinacionales dedicadas al rubro, estas

⁶⁴NACIONAL, "En México consumimos estos 7 alimentos transgénicos" 21 Ago 2017, URL:<http://www.vanguardia.com.mx/articulo/en-mexico-se-consumen-7-alimentos-transgenicos>, citado 25 de marzo de 2017

empresas ven en nuestro país un gran interés de invertir en México para tratar de vender sus productos.

2.3 La Bioseguridad en México

Las cuestiones de bioseguridad en México se pueden datar desde la invención de las armas químicas, como el gas mostaza usado en la primera mundial, aunque en esa época México no era el país que actualmente conocemos.

En América Latina, el paradigma realista, con sus diversas connotaciones ideológicas y su énfasis en los intereses nacionales, se ha expresado en las diferentes concepciones geopolíticas que han primado en nuestra región en las últimas décadas y en la importancia asignada a las disputas históricamente los estados latinoamericanos.⁶⁵

Esta bioseguridad se sustenta a nivel constitucional en el artículo 4, párrafo tercero y cuarto que dicen:

Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución.

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.⁶⁶

⁶⁵ Serbin, Andrés, *Medio Ambiente Seguridad Y Cooperación Regional En El Caribe*, Editorial Nueva Sociedad, Caracas Venezuela, Primera Edición 1992, P. 16

⁶⁶ Vértiz, Dr. José María 2016, <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/articulos/4.pdf>, consultado 25 de marzo de 2017

Según la Ley Federal de Variedades vegetales, artículo 2:

I.- Caracteres pertinentes: Expresiones fenotípicas y genotípicas propias de la variedad vegetal, que permiten su identificación.

La regulación de la biotecnología y sus productos en México arrancó en 1989 con la que creció el comité nacional de bioseguridad agrícola como órgano asesor en ingeniería genética de la dirección general de sanidad vegetal de la secretaria de agricultura

El comité expidió, en julio de 1996 , la norma oficial mexicana NOM-056-FITO - 1995 , por la que se establecen sus requisitos fitosanitarios para la movilización nacional , importación y establecimiento de pruebas de campo de organismos modificados mediante el uso y la aplicación de la ingeniería genética .

Fue bajo ese conducto que México dio inicio a las regulaciones sobre biotecnología, las cuales marcaron una etapa en el desarrollo de esta tecnología en el país . Y se fueron añadiendo disposiciones sobre este tipo de OGM en varias legislaciones como la ⁶⁷ley federal de sanidad vegetal sobre producción, certificación y comercio de semillas . Entre otras leyes que se generaron fueron:

-La ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente

-La ley general del equilibrio y desarrollo sustentable

-Ley general de vida silvestre

-La ley de desarrollo rural sustentable

En la LBOGM se establece la protección de la mega diversidad de México. Se subraya ésta en el CAPÍTULO II, Principios en Materia de Bioseguridad:

ARTÍCULO 9.-

⁶⁷ De Piña García, Juan Pablo, Legislación Sobre Biotecnología Y Bioseguridad , Editorial Porrúa Mexico 1ª Edición actualizada, 2005 pp VIII.

- 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 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;

En este apartado cumple con lo establecido en el convenio internacional sobre biodiversidad Biológica firmado en el 1993.

2.4 El SNICS. Marco legal y su papel en la Bioseguridad

A partir de la creación del decreto del Congreso General de Los Estados Unidos Mexicanos, se expidió La Ley Federal De Producción, Certificación Y Comercio De Semillas. Del 15-JUNIO-2007 , en el que en el artículo 1 expresa la razón de su creación :

Artículo 1.- Se expide la presente Ley de conformidad con el artículo 27, fracción XX, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con lo que se establece en el Título III, Capítulo IX de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Los programas, proyectos y demás acciones que, en cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y en razón de su competencia, corresponda ejecutar a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, deberán sujetarse a la disponibilidad presupuestaria que se apruebe para dichos fines en el Presupuesto de Egresos de la Federación y a las disposiciones de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.⁶⁸

Se creó el Servicio Nacional de certificación e Inspección de Semillas para respaldar lo dicho en esta ley ,que tiene fundamento legal en el artículo 34, párrafo

⁶⁸ La Ley Federal de Producción, Certificación Y Comercio De Semillas. Del 15-JUNIO-2007, URL: <http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Documents/Ley%20de%20semillas.pdf>, consultado 26 de marzo de 2017.

tercero y cuarto, que hablan sobre el acceso a la salud y a un medio ambiente digno.

Leyes que sustentan el SNICS :

-Ley Federal de Variedades Vegetales

-Reglamento de la Ley de Variedades Vegetales

-Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas

-Reglamento de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas

-Norma Oficial Mexicana NOM-050-SCFI-2004

-Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/FITO-2013

-Ley de Desarrollo Rural Sustentable

-Reglamento Interior de la SAGARPA

-Reglas de Operación 2016

-Normateca Institucional de la SAGARPA

El SNICS es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales.

En coordinación con diversos organismos públicos y privados, instituciones de investigación y agricultores, las tres acciones estratégicas del SNICS contribuyen a salvaguardar y aumentar la producción y calidad de los productos agrícolas.

Son 3 sus actividades principales:

1. Verificar y certificar el origen y la calidad de las semillas.
2. Proteger legalmente los derechos de quien obtiene nuevas variedades de plantas, a través de un derecho de obtentor.
3. Coordinar acciones en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Para garantizar la calidad verificación y origen de las semillas el SNICS debe solo autorizar a las semillas que hayan sido modificadas con el Método CRISP.

La labor de SNICS es analizar y emitir únicamente opiniones de carácter técnico, en relación a las atribuciones que le competen sobre las solicitudes de permisos de liberación al ambiente de OGM'S, enviadas al SENASICA a la Dirección de Bioseguridad para Organismos Genéticamente Modificados, la cual es responsables de emitir el Dictamen sobre la autorización o negación de las liberaciones de OGM'S.⁶⁹

Y en general de la atención puntual de todos los asuntos relacionados con los OGM'S que en el ámbito de competencia de esta Secretaría se refiere la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y su Reglamento.

En cuanto a la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, CAPÍTULO IX de la Normalización e Inspección de los Productos Agropecuarios y del Almacenamiento y de la Inspección y Certificación de Semillas, dentro del artículo 102, dice:

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas tendrá los siguientes objetivos, ubicados en la fracción V que dice:

-Instrumentar las medidas de inspección y certificación para garantizar la inocuidad de los Organismos Genéticamente Modificados, en los términos del artículo 97.⁷⁰

Dentro del CAPÍTULO VIII, de la Sanidad Agropecuaria se establece:

⁶⁹ Servicio Nacional de Inspección y certificación de Semillas SINCS 2015, <http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Páginas/quienes-somos.aspx>, consultado 25 de marzo de 2017

⁷⁰ Ibidem.

Artículo 97.

Se consideran de interés público las medidas de prevención para que los organismos de origen animal y vegetal genéticamente modificados sean inocuos para la salud humana, por lo que el Gobierno Federal establecerá los mecanismos e instrumentos relativos a la bioseguridad y a la producción, importación, movilización, propagación, liberación, consumo y, en general uso y aprovechamiento de dichos organismos, sus productos y subproductos, con la información suficiente y oportuna a los consumidores. En caso de presunción de riesgo fitozoosanitario o de efectos indeseados del uso de organismos genéticamente modificados, ante la insuficiencia de evidencias científicas adecuadas, las orientaciones y medidas correspondientes seguirán invariablemente el principio de precaución. Esta materia se regulará por las leyes, reglamentos y normas específicas que al respecto aprueben el Congreso de la Unión y el Ejecutivo Federal.

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es una organización intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza).⁷¹

En esta organización México forma parte desde 9 de agosto de 1997, La UPOV fue creada por el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. El Convenio fue adoptado en París en 1961, y fue revisado en 1972, 1978 y 1991.

La misión de la UPOV es proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades vegetales para beneficio de la sociedad.⁷²

⁷¹ Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales UPOV ,

<http://www.upov.int/export/sites/upov/members/es/pdf/pub423.pdf> , consultado 26 de marzo de 2017

⁷² ibidem

Capítulo III

Juicios y prejuicios sobre los OVG

3.1 Peligro de los monocultivos

El cierre de estadísticas de 2007 reveló que en el campo mexicano se tienen actualmente 117 mil hectáreas de cultivos agrícolas con Organismos Genéticamente Modificados (OGM). Estas plantaciones se encuentran en fase de experimentación o pruebas piloto sin que esto represente volúmenes de productos que se destinen a la comercialización⁷³

La creación de OGM en la agricultura es de enorme beneficio mas sin embargo en la naturaleza crear monocultivos es peligroso porque la naturaleza nos ha enseñado que la diversidad en una especie la hace mas resistente a plagas , es por esta razón que se utilizan banco de semillas,

Es por ello que la misma ONU ha intervenido con Convenio sobre diversidad biológica de 1992 firmado por México el cual

(CDB) es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.⁷⁴

⁷³El Informador "En México hay 117 mil hectáreas de cultivos de Organismos Genéticamente Modificados /Mar-03 06:21 hr., URL:<http://www.informador.com.mx/jalisco/2010/182791/6/en-mexico-hay-117-mil-hectareas-de-cultivos-de-organismos-geneticamente-modificados.htm> citado , 26 de Marzo de 2017

⁷⁴Organización de las Naciones Unidas "Día internacional sobre la diversidad Biológica" 22 de mayo, , URL: <http://www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml>, consultado 26 de Marzo de 2017

Esta ley protege todas las formas de vida que hay sobre la tierra, se considera principal instrumento del desarrollo sostenible, en ella habla sobre los ecosistemas, las especies y los recursos genéticos que deberían ser utilizados en beneficio del ser humano, pero de manera que no lleve a la pérdida de diversidad biológica.

3.2 El cuidado y variedad de semillas

Las técnicas de cultivos actuales utilizan tácticas comerciales que poco tienen que ver con el cuidado y protección ambiental para vender más de sus productos, estas técnicas son más estrategias comerciales como la utilizada por la estadounidense Monsanto, como ejemplo tenemos

Las plantas de maíz Roundup Ready® han sido modificadas genéticamente para expresar la tolerancia a Roundup® Brío con Transorb®, permitiendo el uso de este herbicida no sólo antes de la siembra, sino después de nacer el cultivo, pero antes de que las malezas disminuyan la cosecha.⁷⁵

Muchos estudios alrededor del mundo han determinado el Roundup como un potencial cancerígeno.

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) convocó a una reunión para evaluar los potenciales riesgos cancerígenos para los seres humanos de varios plaguicidas, incluyendo el glifosato, ingrediente activo en muchos herbicidas conocidos como –por ejemplo– Roundup®. La IARC concluyó que el glifosato pertenece a una categoría 2A como probablemente cancerígeno

⁷⁵ MONSANTO GLOBAL ©2002 2015

URL:<http://www.monsantoglobal.com/global/lan/productos/pages/roundup-ready-maiz-2.aspx>, consultado 26 de marzo de 2017

para los seres humanos, una categoría que incluye las profesiones comunes como peluqueros y cocineros de frituras.⁷⁶

Aunque ya existen los estudios sobre el Roundup, las leyes mexicanas permiten el uso de este herbicida que también obliga a utilizar sus semillas que están alteradas genéticamente, por lo que los intereses comerciales son más que evidentes.

Cabe mencionar que la ley cataloga a los seres vivos producto de la cruce selectiva y la fecundación invitro que claramente no son OGM ya que su ADN sigue intacto y se ha conseguido su nueva manipulación. Gracias a métodos convencionales .

3.3 Peligros Medioambientales de los OGM

La comisión encargada de la protección contra los riesgos sanitarios es la COFEPRIS .

La creación de OGM en la agricultura es de enorme beneficio, sin embargo en la naturaleza crear monocultivos es peligroso porque la naturaleza nos ha enseñado que la diversidad en una especie la hace más resistente a plagas

La Ley de LBOGM tiene tres secciones para este supuesto debido a que liberar un OGM en la naturaleza podría tener efectos imprevistos no deseados sobre el medio ambiente receptor, teniendo como resultado efectos sobre especies no previstas, estos casos se pueden dar porque los animales o insectos pueden sufrir alteraciones en su estructura genética o cambios de comportamiento debido a la ingesta, polinización en caso de plantas , dispersión , transferencia

⁷⁶ Monsanto GLOBAL ©2002–2015, URL <http://www.monsantoglobal.com/global/ar/productos/pages/causa-cancer-el-glifosato.aspx>, consultado 26 de marzo de 2017

microbiana, de estos que puede ser accidental o provocado. Estos también podrían afectar a la tierra provocando cambios en poblaciones microbianas del suelo como su cambio de PH, la cantidad de nitrógeno, fósforo y otros elementos esenciales.

Teniendo en cuenta estos efectos perjudiciales, se ha regulado esto en la Ley de Bioseguridad de organismos genéticamente modificados. En ella se evalúan los riesgos de OGMs; esto se faculta en el CAPÍTULO II donde se establecen los requisitos para la obtención de permisos que dice:

ARTÍCULO 42.- La solicitud del permiso para realizar la liberación experimental al ambiente de OGMs, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:

I. Caracterización del OGM, en la que se deberá considerar lo que establezcan para cada caso las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley;

II. La identificación de la zona donde se pretende liberar experimentalmente el OGM, incluyendo la especificación de la superficie total en la que se realizará la liberación;

III. Un estudio de los posibles riesgos que la liberación de los OGMs pudiera generar al medio ambiente y a la diversidad biológica. Además, en los casos que sean de la competencia de la SAGARPA el estudio deberá contener lo relativo a los posibles riesgos que la liberación de dichos organismos pudieran causar a la sanidad animal, vegetal o acuícola;

IV. Las medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad y de bioseguridad, que se llevarán a cabo al momento de realizarla y las posteriores a la liberación;

V. En su caso, los antecedentes de liberación de los OGMs de que se trate en otros países;

VI. En su caso, se presentarán consideraciones sobre los riesgos de las alternativas tecnológicas con las que se cuente para contender con el problema

para el cual se construyó el organismo genéticamente modificado que se pretende liberar, y

VII. La información que para cada caso determinen las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley. Será requisito para obtener el permiso de liberación experimental al ambiente, que el solicitante cuente con la autorización del OGM que expida la SSA de conformidad con esta Ley, cuando dicho organismo tenga finalidades de salud pública o se destine a la biorremediación. El interesado podrá iniciar el trámite para obtener dicho permiso ⁷⁷

En cuanto a la peligros para la fauna biológica están contempladas en el artículo 62

Etapas básicas. Artículo 62:

I. La identificación de características nuevas asociadas con el OGM que pudieran tener posibles riesgos en la diversidad biológica;

II. La evaluación de que estos posibles riesgos ocurran realmente, teniendo en cuenta el nivel y el tipo de exposición del OGM;

III. La evaluación de las consecuencias si posibles riesgos ocurrieran realmente;

IV. La estimación del posible riesgo global que represente el OGM, basada en la evaluación de la probabilidad de que los posibles riesgos y las consecuencias identificadas ocurran realmente, y

Para poder introducir un nuevo OGM al mercado es necesario pasar por una serie de requisitos para poder llegar finalmente al consumidor entre ellos la delimitación de zonas controladas para la experimentación de estos para después comercializarlos y estos requisitos están estipuladas en la fracción II del Artículo 90 de LBGMO

⁷⁷ Secretaría de Salud , <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/ley180305.html>, consultado 29 de marzo de 2017

II.- Dichas zonas serán determinadas por la SAGARPA mediante acuerdos que se publicarán en el DOF, previo dictamen de la CIBIOGEM, con opinión de la CONABIO en la fracción III, del Artículo 9 que dice:

A. solicitud escrita de las comunidades interesadas, por conducto de su representante legal;

B. Deberá acompañarse de la opinión favorable de los gobiernos de las entidades federativas y municipales .

C. Se realizarán las evaluaciones de los efectos que los OGMs pudieran ocasionar a los procesos de producción de productos agrícolas orgánicos o a la biodiversidad, mediante las cuales quede demostrado,

científica y técnicamente, que no es viable su coexistencia o no cumplan con los requisitos normativos para su certificación, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que expida la SAGARPA. Las evaluaciones mencionadas se realizarán conforme lo establezca dicha Secretaría en normas oficiales mexicanas, y

IV. La SAGARPA establecerá en los acuerdos las medidas de seguridad que se podrán adoptar en las zonas libres de OGMs, a fin de garantizar la adecuada protección de los productos agrícolas orgánicos.⁷⁸

Todas estas regulaciones tiene como finalidad garantizar la seguridad de los ecosistemas y cumplir con los tratados internacionales que México forma parte

3.4 Origen de los supuestos riesgos de los OVGM

Gran parte de la población ignora profundamente cómo se elaboran los alimentos , o cómo se procesan, debido en gran parte al trabajo de la prensa amarillista que

⁷⁸ Bibliotecas Jurídicas UNAM, [URL:https://www.juridicas.unam.mx/legislacion/ordenamiento/ley-de-bioseguridad-de-organismos-geneticamente-modificados](https://www.juridicas.unam.mx/legislacion/ordenamiento/ley-de-bioseguridad-de-organismos-geneticamente-modificados), consultado 2 de abril de 2017

ha satanizado a los OGM, tildándolos de cancerígenos, adjudicándoles el origen de muchas enfermedades; no existe actualmente ningún caso registrado de enfermedades que estén relacionadas a los OGM y estos se han empezado a consumir desde 1996 ,

En los 90 principalmente el gobierno denotó una preocupación por el uso de pesticidas porque se creía que estos habían originado el llamado mal de las vacas locas aunque parte de estos encabezados fueron solo son amarillistas , de hecho gran parte del miedo que se tiene a los transgénicos es en gran medida gracias a la prensa que es amarillista.

La mayor parte de la población asocia químicos con químicos que ellos conocen y comprenden como el ácido, el cloro, el amoniaco, el sulfato, el ion, litio y esta percepción de los químicos es como venenos no comestibles , es por eso que la gran mayoría de la población tiende a a tener un fobia hacia estos , pero si le hablamos a la gente de otros químicos como el Cloruro de Sodio también mostraran esta fobia aunque ésta sea la fórmula de la sal de mesa. En la naturaleza todas las plantas son seres vivos y funcionan como compuestos químicos, es por eso que digo no existe nada más químico y puro que el cloro y nada más natural que el Ébola .

En México la Biotecnología se entiende que es la aplicación de técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN y ARN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que supera las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional, que se aplican para dar origen a organismos genéticamente modificados⁷⁹

⁷⁹Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SINCS) [x](http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/Bioseguridad.asp), consultado 2 de abril de 2017 URL: <http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/Bioseguridad.asp>

3.5 Alimentos transgénicos usando el CRISPR

los alimentos transgénicos convencionales se desarrollan insertando genes extraños a la planta, a otra logrando así una nueva especie , pero los OGM se consiguen al editar mediante varios métodos el ADN mitocondrial de un a especie esta diferencia es enorme debido a que estos

“Monsanto está llevando los cultivos genéticamente modificados al siguiente nivel, comprando una licencia del Broad Institute de la Universidad de Harvard y del MIT para usar la tecnología de edición de genes CRISPR / Cas9. El acuerdo, que no es exclusivo, es la primera vez que el Broad ha emitido una licencia para el uso agrícola de CRISPR.⁸⁰

Monsanto no es la única empresa de Biotecnología que ha invertido en tecnología CRISPR. DuPont Pioneer ha llegado a un acuerdo con *Caribou Biosciences* empresa de jeniferdoudnapara adquirir los derechos de utilización de CRISPR y desarrollar sus propios cultivos transgénicos. Monsanto y DuPont tienen la esperanza de que finalmente la gente acabe aceptando los cultivos desarrollados mediante ediciones de genes. Técnicamente un cultivo editado por medio de CRISPR no sería un transgénico, al menos de la manera de que mayor parte de la gente entiende por tal.

“El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos parece estar de acuerdo con las apreciaciones de Monsanto. La USDA ya a permitido que cultivos desarrollados mediante CRISPR, en un hongo y en un tipo de maíz, estén más cerca de su comercialización, “

⁸⁰The Scientist© 1986-2017 Monsanto Buys Rights to CRISPR JefAkst URL <http://www.thescientist.com/?articles.view/articleNo/47123/title/Monsanto-Buys-Rights-to-CRISPR/>, consultado 2 de abril de 2017

Estas cosechas estarán disponibles en 10 años, En base a esta decisión del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), de no regular ni etiquetar los cultivos editados genéticamente, es probable que tanto Monsanto como DuPont sigan invirtiendo en tecnología CRISPR. *Business Insider* señala que desde 2013 “los investigadores ha estado experimentado con ella para el desarrollo de una serie de cultivos, incluyendo naranjas, patatas, trigo, arroz y tomates”..⁸¹

3.6 Los riesgos sanitarios de OGM destinados a alimentación

Si los OGM son destinados a consumo humano, estos deben demostrar su inocuidad , esto se hace a través de la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios COFEPRIS,

Conforme a la Ley General de Salud, la Secretaría de Salud ejercerá las atribuciones de regulación, control y fomento sanitario, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios en lo relativo a (Art. 17 bis)⁸²

que dice:

Artículo 17 bis.- La Secretaría de Salud ejercerá las atribuciones de regulación, control y fomento sanitarios que conforme a la presente Ley, a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y los demás ordenamientos aplicables le corresponden a dicha dependencia en las materias a que se refiere el artículo 3o. de esta Ley en sus fracciones I, en lo relativo al control y vigilancia de los establecimientos de salud a los que se refieren los artículos 34 y 35 de esta Ley:

⁸¹ Noticias de abajo, <https://noticiasdeabajo.wordpress.com/2016/09/25/monsanto-adquiere-los-derechos-de-la-tecnologia-crispr-cas-para-el-desarrollo-de-los-nuevos-cultivos-transgenicos/>, consultado 2 de abril de 2017

⁸² Comisión Federal para La Protección Contra Riesgos Sanitarios, COFEPRIS,

<http://www.cofepris.gob.mx/cofepris/paginas/atribucionesfuncionesycaracteristicas.aspx>, consultado 3 De Abril De 2017

XIII, XIV, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, ésta salvo por lo que se refiere a cadáveres y XXVII, esta última salvo por lo que se refiere a personas, a través de un órgano desconcentrado que se denominará Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.⁸³

En México, todo Organismo Genéticamente Modificado, destinado al uso o consumo humano, se destinen al procesamiento de alimentos para consumo humano, salud pública o biorremediación, debe contar con una Autorización para comercialización e importación para su comercialización, expedida por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) de la Secretaría de Salud (SS), para lo cual el interesado, deberá tramitar ante la COFEPRIS, una solicitud para la autorización correspondiente mediante el tramite **COFEPRIS 09-013**, que incluya por escrito la información y requisitos a que se refiere los artículos 23 al 32 del Reglamento de la Ley de Bioseguridad de OGMs.⁸⁴

Cuando se evalúa los riesgos se hace usando las técnicas científicas y técnicas adecuadas. También a este órgano le debemos ser el responsable de sembrar cultivos OGM ya que ello los autorizan

3.6.1 Propiedad intelectual delos OGM

Los OGVM son fruto de una ardua investigación científica, de la aplicación de incontables técnicas de producción y de la más avanzada tecnología , y como toda tecnología es patentable como lo es cualquier otro invento .

⁸³ Ley General de Salud,. URL: <http://www.Tamaulipas.Gob.Mx/Coepris/Wp-Content/Uploads/Sites/26/2017/05/Ley-General-De-Salud.Pdf>,

consultado 3 de abril De 2017

⁸⁴ Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios COFEPRIS, <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/organismos-geneticamente-modificados>, consultado 3 de abril de 2017

Generalmente la persona moral o física que crea un producto es quien tiene el derecho de registrarlo amén que haya firmado un acuerdo en la empresa donde labora.

Los derechos son concedidos por la ley en beneficio del autor de toda obra intelectual o artística, En ellos se comprende el reconocimiento de su calidad de autor derecho de oponerse a toda deformación , mutilación o modificación de su obra que lleve a cabo sin autorización.⁸⁵

La historia de los OGM comienza en 1983, cuando se solicitó la primera patente industrial para una variedad de planta fue concedida en los Estados Unidos en 1985 y la primera patente para una planta transgénica fue otorgada en Europa en 1988 . Para 1991 la revisión de la convención de unión por la protección y obtención de vegetales (UPOV), marcó un claro acercamiento entre éstas y las patentes .⁸⁶

Las grandes potencias ejercieron presiones sobre los países de menor desarrollo para reforzar sus marcos legales de protección. La propiedad intelectual a invenciones biotecnológicas .El fruto de estas presiones fue la adecuación en materia de propiedad intelectual por parte de México para la creación de un marco legal para propiedad intelectual.

Para los Estados Unidos la ausencia de leyes de patente constituyen barreras no arancelarias

Los aspectos relacionados con la propiedad intelectual en este tratado en el que se obligó a los países miembros de la Organización Mundial de Comercio, los países miembros aceptaron criterios mínimos de protección intelectual en lo relacionado con plantas

⁸⁵ Soberanes Fernández , José Luis. *Diccionario Jurídico Mexicano* , Editorial Porrúa, cuarta edición México, 1991, tomo II Pp. 1051

⁸⁶ González Aguirre, Rosa Luz, *La Biotecnología Agrícola En México , Efectos De La Propiedad Intelectual Y La Bioseguridad* Editorial Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División De Ciencias Sociales Y Humanidades, Primera Edición , México, 2004 Pp 117

En México se regula este derecho de autoría a través del Instituto mexicano de los Derechos de Autor (IMPI) que se sustenta en la Ley de Propiedad Industrial, a cargo del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, IMPI, que incluye patentes, marcas, diseños industriales y denominaciones de origen); Derecho de Obtentor (conforme la Ley Federal de Variedades Vegetales, a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SNICS); y Derecho de Autor (cuya aplicación administrativa corresponde al Instituto Nacional del Derecho de Autor, INDAUTOR, y que comprende obras literarias, musicales, artísticas, audiovisuales, programas de cómputo, entre otros).⁸⁷

Los derechos de propiedad intelectual protegen el interés moral y material, otorgando el derecho a gozar de los beneficios que derivan de su obra y de la inversión realizada para obtener la nueva creación protegida. Estos derechos están consagrados en la Declaración Universal de Derechos Humanos (Artículo 27) y en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Artículo 28).

Capítulo

IV

Secretarías y Órganos responsables en materia de organismos genéticamente modificados

87 CONACYT Ing. Enriqueta Molina Macías, Santamarina Steta, S.C ,7 de abril de 2016.. URL <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/seminarios-en-biotecnologia-y-bioseguridad-de-ogms/proteger-innovacion-transferir-tecnologia>, consultado 4 de abril de 2017

En este capítulo ahondaremos y profundizaremos en los órganos competentes para la regulación de los organismos genéticamente modificados, por distintos órganos centrados y descentralizados .

En la Ley de organismos genéticamente modificados en el ARTÍCULO 10, CAPÍTULO III de las Competencias en Materia de Bioseguridad dice:

Artículo 10 -Son autoridades competentes en materia de bioseguridad:

I. La SEMARNAT;

II. La SAGARPA, y

III. La SSA. La SHCP tendrá las facultades que se establecen en esta Ley, en lo relativo a la importación de OGMs y de productos que los contengan.

VI. Suspender los efectos de los permisos, cuando disponga de información científica y técnica de la que se deduzca que la actividad permitida supone riesgos superiores a los previstos, que puedan afectar negativamente al medio ambiente, a la diversidad biológica o a la salud humana o la sanidad animal, vegetal o acuícola. Estos dos últimos supuestos, a solicitud expresa de la SAGARPA o de la SSA, según su competencia conforme a esta Ley, con apoyo en elementos técnicos y científicos;

VII. Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases científicas y técnicas y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley;

VIII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma;

VII. Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de

infracciones a este ordenamiento sean también constitutivos de delito, y de la responsabilidad civil y ambiental que pudiera resultar,⁸⁸

Estas secretarías se encargan de regular diferentes aspectos según su función así vemos como la secretaria de Hacienda se encarga de la materia monetaria .aunque a continuación. Veremos a mayor detalle estas características .

4.1 SEMARNAT

Esta secretaría se encarga de las OVGM. Estas facultades están más claras en el artículo 11 de LBOGM:

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:

- I. Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad;
- 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;
- III. Resolver y expedir permisos para la realización de actividades de liberación al ambiente de OGMs, así como establecer y dar seguimiento a las condiciones y medidas a las que se deberán sujetar dichas actividades, conforme a las disposiciones del presente ordenamiento, incluyendo la liberación de OGMs para biorremediación;
- IV. Realizar el monitoreo de los efectos que pudiera causar la liberación de OGMs, permitida o accidental, al medio ambiente y a la diversidad biológica, de

⁸⁸ Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente modificados México 2005, Documento PDF, , <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>, consultado 4 de abril de 2017

conformidad con lo que dispongan esta Ley y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven;

V. Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere esta Ley;

En materia de bioseguridad le compete resolver y expedir permisos de liberación de OGMS así como la Protección al ambiente y diversidad biológica, esta secretaria está facultada para realizar dictámenes en materia OGM con excepción de los agropecuarios. También de la Evaluación monitorización y sanciones ⁸⁹

4.2 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA)

Según el artículo 12 de la LBOGM 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 excepción de las 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;

II. Animales que se consideren especies ganaderas y cualquier otro considerado dentro del ámbito de aplicación de la Ley Federal de Sanidad Animal, con excepción de las especies silvestres reguladas por la Ley General de Vida Silvestre y aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas derivadas de esas leyes;

89Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2017, URL: [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos](#)

Naturales03 de marzo de 2016 <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-a-los-ogm>,

consultado 4 de abril de 2017

III. Insumos fitozoosanitarios y de nutrición animal y vegetal; IV. Especies pesqueras y acuícolas, con excepción de aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas; V. OGMs que se utilicen en la inmunización para proteger y evitar la diseminación de las enfermedades de los animales;

VI. OGMs que sean hongos, bacterias, protozoarios, virus, viroides, espiroplasmas, fitoplasmas, y otros microorganismos, que tengan fines productivos agrícolas, pecuarios, acuícolas o fitozoosanitarios, y

VII. En los demás organismos y productos que determine el reglamento de esta Ley.

Se encarga de Protección al ambiente y a la diversidad biológica Resolver y expedir permisos de liberación de OGMs, excepto agropecuarios. También se encarga de realizar Dictámenes de bioseguridad vinculantes , monitoreo de riesgos, Medidas de seguridad, infracciones y sanciones⁹⁰

4.3 Secretaría de Hacienda y Crédito Público(SHCP)

Es la encargada del Control aduanal de OGMs en el territorio nacional. Verifica importaciones de permisos, autorizaciones y Identificación de OGMs. Sus atribuciones están facultadas en el artículo 18 de la LBOGM

ARTÍCULO 18.- Corresponde a la SHCP el ejercicio de las siguientes facultades, respecto de la importación de OGMs y de productos que los contengan:

⁹⁰ Cámara de Diputados , Honorable Congreso de la Unión, 2005, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>, consultado 5 de abril de 2017

- I. Revisar en las aduanas de entrada del territorio nacional, que los OGMs que se importen y destinen a su liberación al ambiente o a las finalidades establecidas en el artículo 91 de esta Ley, cuenten con el permiso y/o la autorización respectiva, según sea el caso en los términos de este ordenamiento;
- II. Revisar que la documentación que acompañe a los OGMs que se importen al país, contenga los requisitos de identificación establecidos en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley;
- III. Participar, de manera conjunta con las Secretarías, en la expedición de normas oficiales mexicanas relativas al almacenamiento o depósito de OGMs o de productos que los contengan en los recintos aduaneros del territorio nacional;
- IV. Dar aviso inmediato a la SEMARNAT, a la SAGARPA y/o a la SSA, sobre la probable comisión de infracciones a los preceptos de esta Ley, en materia de importación de OGMs, y
- V. Impedir la entrada al territorio nacional de OGMs y productos que los contengan, en los casos en que dichos organismos y productos no cuenten con permiso y/o autorización, según corresponda, para su importación, conforme a esta Ley. La SHCP ejercerá las facultades anteriores, sin perjuicio de las que le confiera la legislación aduanera, aplicables a la importación de todas las mercancías.

4.4 Secretaría de Salud

Es la que protege la salud humana y autoriza para su consumo y medicamentos de OGM sus atribuciones las podemos encontrar en el artículo 16 de LBOGM que dice

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

- I. Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad;
- II. Evaluar caso por caso los estudios que elaboren y presenten los interesados sobre la inocuidad y los posibles riesgos de los OGMs sujetos a autorización en los términos del Título Quinto de esta Ley;
- III. Resolver y expedir las autorizaciones de OGMs a que se refiere la fracción anterior;
- IV. Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere esta Ley;
- V. Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases técnicas y científicas y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley;
- 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;
- VII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y normas oficiales mexicanas;
- VIII. Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley, sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de infracciones a este ordenamiento sean también constitutivos de delito, y de la responsabilidad civil que pudiera resultar, y
- IX. Las demás que esta Ley le confiere. La SSA realizará las acciones de vigilancia sanitaria y epidemiológica de los OGMs y de los productos que los contengan y de los productos derivados, de conformidad con la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias. ARTÍCULO 17.- En caso de liberación accidental de OGMs, las Secretarías se coordinarán para que, en el ámbito de sus respectivas competencias conforme a esta Ley, impongan las medidas necesarias para evitar afectaciones negativas a la diversidad biológica, a la salud humana o a la sanidad animal, vegetal y acuícola, según se trate.

4.5 La CIBIOGEM

Este es el órgano supremo encargado de la bioseguridad en México, en su artículo 19 dicta sus responsabilidades .

ARTÍCULO 19.- La CIBIOGEM es una Comisión Intersecretarial que tiene por objeto formular y coordinar las políticas de la Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad de los OGMs, la cual tendrá las funciones que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, conforme a las siguientes bases:

I. La CIBIOGEM estará integrada por los titulares de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Salud; Educación Pública; Hacienda y Crédito Público, y Economía, así como por el Director General del CONACyT;

II. La CIBIOGEM tendrá una Presidencia que será rotatoria entre los titulares de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de Salud, y cuyo ejercicio, funciones y duración se determinarán en las disposiciones reglamentarias correspondientes. También habrá una Vicepresidencia cuyo titular será el Director General del CONACyT, quien presidirá las sesiones en ausencia del Presidente, coadyuvará con la Comisión y con el Secretario Ejecutivo en el ejercicio de sus funciones y realizará las actividades que le encomiende la propia CIBIOGEM en los términos que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de la presente Ley;

III. La CIBIOGEM podrá invitar a otras dependencias a participar, con voz, en los acuerdos y decisiones de los asuntos que tengan relación con su objeto, así como a los miembros del Consejo Consultivo; IV. La CIBIOGEM contará con un Secretario Ejecutivo que será designado por el Presidente de la República, a propuesta del Director General del CONACyT, aprobada por la propia CIBIOGEM.

Tendrá las atribuciones y facultades que se determinen en las disposiciones reglamentarias que deriven de este ordenamiento, y ejecutará y dará seguimiento a los acuerdos de la propia Comisión y ejercerá las demás funciones que se le encomienden;

V. La Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM contará con la estructura orgánica que se apruebe en los términos de las disposiciones aplicables, y será considerada una unidad administrativa por función del CONACyT, de conformidad con la Ley Orgánica de dicha entidad paraestatal, y

VI. La CIBIOGEM también contará con un Comité Técnico integrado por los coordinadores, directores generales o equivalentes competentes en la materia que designen los titulares de las dependencias y entidades que formen parte de la CIBIOGEM. Dicho Comité podrá proponer la creación de subcomités especializados para la atención de asuntos específicos y tendrá las atribuciones que se determinen en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley.⁹¹

En la LBOGM observamos éstas como se integra el CIBIOGEM :

ARTÍCULO 20.- Se crea el Consejo Consultivo Científico de la CIBIOGEM que fungirá como órgano de consulta obligatoria de la propia CIBIOGEM en aspectos técnicos y científicos en biotecnología moderna y bioseguridad de OGMs. Se integrará por un conjunto de expertos en diferentes disciplinas, provenientes de centros, instituciones de investigación, academias o sociedades científicas de reconocido prestigio, que ejercerán su función a título personal, con independencia de la institución, asociación o empresa de la que formen parte o en la que presten sus servicios. Dichos expertos manifestarán expresamente en carta compromiso, al momento de ser designados como integrantes del Consejo Consultivo Científico, no tener ningún conflicto de interés. La selección de los integrantes del Consejo Consultivo Científico se realizará mediante convocatoria pública que emitan conjuntamente el CONACyT y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico previsto en la Ley de Ciencia y Tecnología. Entre las funciones del Consejo

⁹¹ Camara de Diputados ,Honorable congreso de la Union ,Documento PDF.
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>, consultado 5 de abril de 2017

Consultivo se preverá la formulación de protocolos de investigación, análisis y metodologías y dictámenes técnicos, que podrán ser remunerados. Las funciones específicas del Consejo Consultivo y los mecanismos para que la renovación de sus miembros sea progresiva y escalonada, se establecerán en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley. Los dictámenes técnicos que emita el Consejo Consultivo Científico deberán ser considerados por la CIBIOGEM en las decisiones que adopte.

El sustento legal de este órgano lo podemos encontrar en el el artículo 21:

ARTÍCULO 21.- Se crea el Consejo Consultivo Mixto de la CIBIOGEM que fungirá como órgano auxiliar de consulta y opinión de la propia CIBIOGEM. Se integrará por representantes de asociaciones, cámaras o empresas de los sectores privado, social y productivo. Su función fundamental será conocer y opinar sobre aspectos sociales, económicos, y otros aspectos relativos a las políticas regulatorias y de fomento, así como sobre las prioridades en la normalización y el mejoramiento de trámites y procedimientos en materia de bioseguridad de los OGMs. Las funciones específicas del Consejo Consultivo Mixto y los mecanismos para la incorporación de sus integrantes serán establecidas por la CIBIOGEM.

4.6 El CONACyT

Los principios de los años 70 el gobierno mexicano asume la iniciativa de construir una capacidad científica y tecnológica propia y dio lugar a que se estableciera el CONACYT el cual se constituyó en un organismo encargado de una parte considerable del esfuerzo nacional ⁹²

⁹² Rioja Peregrina, Leonardo Hector, La Era De La Genómica Humana En América Latina Y El Caribe , Cooperación Versus Competencia. Mexico Brasil Y Cuba , Editorial Plaza Y Valdes ISBN 978-607-402-003-8, México, 2009, Pp 152

En el artículo 23 de la LBOGM podemos encontrar la clave para realizar sus actividades en torno a los OVGM .

ARTÍCULO 23.- El CONACyT contará en su presupuesto con los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de la CIBIOGEM, de la Secretaría Ejecutiva y del Consejo Consultivo Científico, conforme al presupuesto que se autorice en los términos de las disposiciones aplicables. Dichos recursos serán administrados y ejercidos por el Secretario Ejecutivo de la CIBIOGEM. Los programas, proyectos, apoyos, así como las demás acciones que se lleven a cabo por la aplicación de la presente Ley y demás disposiciones en la materia, en los que se ejerzan recursos de se sujetarán a la disponibilidad de recursos que se determinen para tal fin en el Presupuesto de Egresos de la Federación del ejercicio fiscal correspondiente, y deberán observar las disposiciones aplicables en materia presupuestaria.

ARTÍCULO 24.- Las Secretarías podrán establecer comités técnicos científicos que les proporcionen apoyo en la resolución de expedientes de solicitudes de permisos y autorizaciones, así como en materia de avisos. Las disposiciones reglamentarias de esta Ley determinarán las bases de organización y funcionamiento de dichos comités.

también en el artículo 31 CAPÍTULO VI Del Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología

ARTÍCULO 31.- El CONACyT constituirá un Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología conforme a la Ley de Ciencia y Tecnología, al cual se destinarán los recursos fiscales que aporten las dependencias y entidades para tal fin, recursos de terceros e ingresos que por concepto de derechos determinen las disposiciones fiscales, que deriven de actos realizados en aplicación de esta Ley. Alemania), 21 de marzo de 1996

Capítulo V

El desarrollo tecnológico: entre la legalidad y la moralidad

5.1 Impulso al Avance y Desarrollo tecnológico

El avance de la tecnología es clave para el desarrollo y salud de un país, esto es bien sabido por los gobiernos del mundo, en especial el nuestro. En nuestra constitución está claramente establecido en el artículo 3 que dice:

V. Además de impartir la educación preescolar, primaria, secundaria y media superior, señaladas en el primer párrafo, el Estado promoverá y atenderá todos los tipos y modalidades educativos – incluyendo la educación inicial y a la educación superior– necesarios para el desarrollo de la nación, apoyará la investigación científica y tecnológica, y alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura⁹³

También esto se ve remarcado en la fracción VII:

⁹³ Carbonell, Miguel, Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos Comentada, Editorial Porrúa 2007 ISBN 970-07-7074-5 PP 29-30

VII. Las universidades y las demás instituciones de educación superior a las que la ley otorgue autonomía, tendrán la facultad y la responsabilidad de gobernarse a sí mismas; realizarán sus fines de educar, investigar y difundir la cultura de acuerdo con los principios de este artículo, respetando la libertad de cátedra e investigación y de libre examen y discusión de las ideas; determinarán sus planes y programas; fijarán los términos de ingreso, promoción y permanencia de su personal académico; y administrarán su patrimonio. Las relaciones laborales, tanto del personal académico como del administrativo, se normarán por el apartado A del artículo 123 de esta Constitución, en los términos y con las modalidades que establezca la Ley Federal del Trabajo conforme a las características propias de un trabajo especial, de manera que concuerden con la autonomía, la libertad de cátedra e investigación y los fines de las instituciones a que esta fracción se refiere.⁹⁴

La Innovación científica es tan importante que la LBOGM le dedica un capítulo que dicta de la siguiente forma:

CAPÍTULO VI Del Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología:

ARTÍCULO 28.- El Ejecutivo Federal fomentará, apoyará y fortalecerá la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y de biotecnología a través de las políticas y los instrumentos establecidos en esta Ley y en la Ley de Ciencia y Tecnología. En materia de biotecnología, estos apoyos se orientarán a impulsar proyectos de investigación y desarrollo e innovación, formación de recursos humanos especializados y fortalecimiento de grupos e infraestructura de las universidades, instituciones de educación superior y centros públicos de investigación, que se lleven a cabo para resolver necesidades productivas específicas del país y que beneficien directamente a los productores nacionales.

En este párrafo nos explica que se impulsa el desarrollo científico y a través de fondos que destinará el CONACYT que responderá a esta iniciativa.

ARTÍCULO 29.- Para lograr el fomento a la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y de biotecnología se establecerá un programa para el desarrollo de la bioseguridad y la biotecnología que será considerado como un programa cuya formulación estará a cargo del CONACyT con base en las propuestas que presenten las Secretarías y las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que apoyen o realicen investigación científica y desarrollo tecnológico. En dicho proceso se tomarán en cuenta las opiniones y propuestas de las comunidades científica, académica, tecnológica y sector productivo, convocadas por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, y de la CIBIOGEM. Dicho programa formará parte del Programa Especial de Ciencia y Tecnología que establece la Ley de Ciencia y Tecnología.

En este último apartado podemos notar que el gobierno hace hincapié en tomar la opinión de terceros incluyendo el de la comunidad científica que estará, ampliamente dispuesta en observar y desarrollar este método de edición científica en nuestro país y aún más importante el sector industrial que sería el más beneficiado como anteriormente se expuso en esta tesis.

La labor de los científicos que pueda evaluar los posibles riesgos que se puedan dar de estos:

En materia de bioseguridad se fomentará la investigación para obtener conocimientos suficientes que permitan evaluar los posibles riesgos de los OGMs en el medio ambiente, la diversidad biológica, la salud humana y la sanidad animal, vegetal y acuícola; para generar las consideraciones socioeconómicas de los efectos de dichos organismos para la conservación y el aprovechamiento de la diversidad biológica, y para valorar y comprobar la información proporcionada por los promoventes. Asimismo, se impulsará la creación de capacidades humanas, institucionales y de infraestructura para la evaluación y monitoreo de riesgos.

EL CRISPR es un técnica muy segura de implementar tanto es así que la culpa de algún peligro biológico sería del autor .

5.2 Legislación actual del CRISPR y sus limitaciones

Si los avances tecnológicos en materia de biotecnologías y edición genética han avanzado también lo debe hacer la ley, las legislaciones, nacionales e internacionales, han avanzado mucho en estas materias pero en el caso de CRISPR a pesar de las investigaciones con embriones humanos mediante el uso de esta técnica , la mayoría de las regulaciones estatales no lo permiten, y en algunos ni existe legislación específica en el área o es ambigua a continuación veremos como lo países que están más avanzado en esas cuestiones manejan los OGM .

Los resultados de las mediciones realizadas en el curso de los servicios de calibración y análisis de alta confiabilidad, solo reflejan el valor del mensurando en el momento de su realización.

El CENAM no se hace responsable por daños o perjuicios que se pudieran ocasionar debido al mal uso que se le dé a instrumentos o patrones de medición calibrados por el CENAM o a materiales de referencia certificados por el CENAM.

Cuando se habla sobre los riesgos de los OVGGM también se está hablando de la protección al medio ambiente y la fauna, al ser México un país megadiverso es competencia de esta regularla y protegerla , el órgano encargado de esto es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA aunque debido a la gran contaminación y protección de recursos originaron la creación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971) y la creación de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (1972) en la Secretaría de Salubridad y Asistencia. En estas disposiciones, lo primordial era el cuidado de la salud humana.

Para mediados de los años ochenta se dieron cambios importantes en materia legislativa ambiental, en 1986 se publicó por primera vez la “Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente”, la cual regula hasta la fecha de manera general el tema ambiental del país.⁹⁵

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA, nace el 4 de junio de 1992 publicándose en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Con ello se crea jurídicamente a la PROFEPA, la cual por la necesidad de vigilar y controlar el creciente deterioro ambiental en México⁹⁶

Sus estatutos están claramente estipulados en la Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente.

CAPITULO I Normas Preliminares

ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;⁹⁷

⁹⁵ Aldaraca Norma Munguía, “La Experiencia de México en la Aplicación de la Ley Ambiental en el Marco del Acuerdo de Cooperación Ambiental del TLC”, p. 1.
<http://www.ecologiaradical.com.mx/VB/Biblioteca/La%20Experiencia%20de%20M%C3%A9xico%20en%20la%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Ley%20Ambiental%20en%20el.pdf>, consultado 6 de abril de 2017

⁹⁶ Identidades de México 20 de mayo de 2013, , <http://identidadesmexico.com/2013/05/profepa-antecedentes-y-origen-de-un-organismo-necesario-para-mexico/>, consultado 6 de abril de 2017

⁹⁷ Cámara de Diputados , Honorable Congreso de la Union 2005, , <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>, citado 6 de abril de 2017

A su vez podemos encontrar en la constitución este sustento legal en el artículo 4 constitucional en el que establece que todos merecen tener el acceso a un medio ambiente adecuado para el desarrollo de su persona

Esta protección al mundo como un entorno necesario se deba al reconocimiento de la vida dentro de una biodiversidad, sin dejar de comprender que la biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza, incluye toda la gama de variaciones y abundancia de genes, organismos poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte.⁹⁸

Ante este hecho de vida, todos los ciudadanos tiene derecho a un ambiente sano. El estado garantizará la participación comunitaria en las decisiones que puedan afectarlo, el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y deberá prevenir y controlar los factores que provoquen su deterioro ⁹⁹

5.3 Aspectos morales de la edición genética

Van Rensselaer Potter inventó el término bioética , esta quiere presentarse como una reflexión ética, pero también como una especie de derecho natural biológico vinculante para el legislador democrático , algo que puede ir más allá de una pura doctrina teórica y llegar a ser una nueva y mixta instancia práctica con un poder

⁹⁸ Quintana Valtierra, Jesús, *Derecho ambiental mexicano lineamientos generales* , Editorial porrua , PRIMERA EDICIÓN México, 2000, p.169

⁹⁹ Perea Velásquez, Francisco Antonio, *Derecho y medio ambiente*, primera edición 1998 Editorial , COLOMBIA, 1998 p. 60

normativo sub generis ,un conjunto de material multidisciplinar y a la vez normativo, capaz de imponerse tanto teórica como legalmente ¹⁰⁰

Un caso práctico de la bioética surgió en 1962 cuando la revista life magazine publica un artículo sobre criterios de selección de los candidatos a los recientes descubrimientos: aparatos de hemodialysis renal en Seattle, para responder a la pregunta de cómo distribuir este recurso sanitario creado un año antes y para el que había potenciales receptores¹⁰¹

Esta fue desarrollada y se le dio diferentes concepciones según los campos en que fue discutida ya sea legal , médico, genético , filosófico.

En el plano filosófico la bioética es la ciencia que regula la conducta humana, el comportamiento humano en el campo de la vida y la salud, a la luz de valores y principios morales fundados en la dignidad de la persona humana.¹⁰²

De manera legal este razonamiento es validado por la razón y la conciencia y se sustenta en la constitución. la objeción se encuentra situada en el artículo 16 de la constitución política de los Estados Unidos mexicanos en el que garantiza la libertad ideológica y religiosa .¹⁰³

En la concepción médica la bioética aparece como disciplina para enriquecer el acto médico con dimensiones existenciales hasta hace poco menos -preciadas, se pone asimismo en la mira de la antropología por tender a desmenuzar problemas excepcionales de alta complejidad clínica dejando de lado los aspectos dela medicina más cotidiana y primaria.

La bioética estaría cometiendo el mismo error delas ciencias duras de pretender una universalización de su discurso, en la presuposición falaz a que su

¹⁰⁰Casado Maria, *Estudios De Bioetica Y Derecho* , <https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/53027/1/250579.pdf>, consultado 26 de junio de 2017.

¹⁰¹Romeo Carlos Maria , Casado Maria , Arroyo Castellon Maria, Gafo Javier , Gros Espiell Hector, Roca Trías Encarna ,*Derecho Biomédico Y Bioetica* , Editorial Comares, España 1998, P. 93

¹⁰² Pardo Jose Maria, *Bioética Práctica Al Alcance De Todos*, Editorial Rialp Madrid, 2004,p. 16

¹⁰³ De La Mata Barranco, Isabel, *Bioética Y Justicia (Acta Del Seminario Conjunto Sobre Bioetica Y Justicia Celebrado En Madrid Del 6 Al 8 De Octubre De 1999)* 2000 , Jesús Porras Rojas, Editorial Lerko Print S.A, 2000, p. 286

perspectiva y el contexto social en que emergió también tiene validez en otras culturas , lo cual ha sido rebatido en más de una ocasión.¹⁰⁴

Cabe mencionar que el derecho y la medicina tiene implicaciones en común.

Con frecuencia hablamos de biomedicina , bioderecho , bioética, siempre con el término *bio* que lleva implícita una referencia a la vida y siempre con un carácter multidisciplinar porque las cuestiones éticas , biológicas , médicas y jurídicas se entremezclan continuamente , dependiendo unas de otras , abriendo y cerrándose puertas mutuamente ¹⁰⁵

Y para ser más plausible la bioética nos debe dar seguridad, puesto que la bioética debe proveer los principios de la conducta humana con respecto a la vida, tanto de la vida humana como de la vida animal vegetal de la tierra. Lo requerido por la ley es tan solo una de las dimensiones del actuar ético, y la ética a menudo establece acciones que van más allá de lo que requiere la ley. De hecho, no es posible ni deseable que la ley cubra todo el espectro de la vida moral de individuos o sociedades, pues la historia nos ha enseñado que la ley puede requerir acciones que no son éticas y que es posible que acciones éticas sean ilegales. La bioética es la rama de la ética dedicada a proveer los principios para la conducta más apropiada del ser humano respecto a la vida, tanto de la vida humana como de la vida no humana (animal y vegetal), así como al ambiente en el que pueden darse condiciones aceptables para la misma. No todo lo técnicamente posible es ética y jurídicamente aceptable. ¹⁰⁶

¹⁰⁴

Kottow Miguel, Bustos Reinaldo, *Antropología Médica*, Editorial Mediterráneo Ltda, 2005, Chile p:43

¹⁰⁵ Mejica García, Juan, *Bioética Práctica , Legislación Y Jurisprudencia*, Editorial Colex, 2000 , Madrid 2000 , p 25

¹⁰⁶ Casado, María (Coord.). "Sobre la dignidad y los principios. Análisis de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO". Editorial CIVITAS, Pamplona España 2009., p 5

Como es bien sabido nosotros somos parte de la naturaleza. A todas las anteriores concepciones debemos apegarnos a la realidad última; eso quiere decir que el hombre es parte del medio ambiente y por lo tanto se concibe la posibilidad de prevenir y resarcir el daño ambiental, independientemente de la afección individual.¹⁰⁷

Por ello tenemos el poder de decidir, preservar nuestro medio ambiente a través de todo tipo de sanciones y programas ya sea por razones éticas o por supervivencia.

Una concepción sensata de bioética es la que se define como el estudio disciplinar de los problemas derivados de los avance biológicos con especial atención a su dimensión moral ¹⁰⁸

Es en el plano espiritual donde la bioética cobra una fuerza especialmente importante debido a la concepción de diversas personas que consideran al ADN algo mas que ácidos y enzimas sino como algo divino como el.

El ADN se convierte en la materialización del alma , el alma pasa por ser trascendente por representar la esencia del ser humano por diferenciación del resto del mundo vivo, por conferir a cada individuo una identidad única .¹⁰⁹

Este plano divino debe ser también tomado en cuenta por lo que cobra importancia la protección de esta información tanto en individuos como plantas tienen y deben tener seguridad de su información

El ser humano según la tradición bíblica es lo privilegiado por dios en la creación , el hombre está hecho a su imagen y semejanza y los animales y el resto de la tierra queda a su jurisdicción.¹¹⁰

107Jiménez Eduardo, Pablo, Derecho Ambiental Su Actualidad De Cara Al Tercer Milenio, Primera Edición Buenos Aires Argentina Año 2004, ,p 109

108 Sabada, javier , principios de bioetica laica editorial gedisa s. A. Primera edición marzo de 2004, Barcelona España, p 35

109 De Diego , Chávez, Sebastian , Perspectivas En Genetica Y Biomedicina , Editorial Síntesis 8 MADRID, 2005, p 42

110Sadaba, Javier. Principios de La Bioética laica, Editorial Gélida Primera Edición, 2004, España, p. 69

Las personas no entendidas sobre el tema de la manipulación genética tienden a ver estas técnicas con ideas preconcebidas, en la religión, cultura popular, películas e imaginan escenarios desde los más alarmistas hasta los más utópicos, inclusive contemplando aspectos religiosos como que la vida es algo que solo a dios le compete y que el hombre que llegue a manipular la vida cometerá un acto antinatural, sin embargo el filósofo, matemático, lingüista y lógico austríaco, Ludwig Josef Johann Wittgenstein de la Universidad de Cambridge postulaba en su obra máxima *el tractatus lógico philosophicus* lo siguiente:

Nada podría ser ilógico porque si lo fuera no pertenecería a este mundo,

Esto se refiere que no existe algo antinatural solo es una percepción.

Por consiguiente la libertad de hacer algo corre a cargo de los expertos que consideran dar libertad a los individuos.

Nuestro país nos da la libertad de desarrollar nuestra ideología pero también tiene esa fuerza de coerción que nos restringe, sin embargo el artículo 5 dice:

ARTICULO 5 - A ninguna persona podrá impedirse que se dedique a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de esta libertad sólo podrá vedarse por determinación judicial, cuando se ataquen los derechos de tercero, o por resolución gubernativa, dictada en los términos que marque la ley, cuando se ofendan los derechos de la sociedad. Nadie puede ser privado del producto de su trabajo, sino por resolución judicial.¹¹¹

Depende mucho de la moral de los individuos y no de la tecnología. En el caso del CRISPR aun no se ha usado para cuestiones inmorales , solo el tiempo podrá determinar el uso que se le pueda dar en el caso de crear OVGMM..

111 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos colección legisladores ,décimo séptima edición. 2015, México, p 24.

En un panorama más positivo, si se modifican plantas para potenciar agentes narcóticos o producirlo, podría tener varios usos tanto médicos como recreativos.

En el ambiente alimentario se podría usar editar algún cereal y con este solventar las necesidades alimentarias del mundo o podría darse el escenario contrario.

La eticidad dice Eduardo Nicol no es una nota que se le sobreañada a la verdad: no es la mera posibilidad de aplicarle un juicio moral, después de haberlo formulado. El carácter ético es inherente al acto de la verdad. La verdad es la forma primitiva de la responsabilidad ¹¹²

La bioética, se proyecta sobre los inicios de la vida humana y su planificación en la curación y el tratamiento de la enfermedad y los estadios finales de la vida humana. ¹¹³

Así también debe haber una fuerza de coacción para penar el delito, tipificándolo como ya se ha hecho en anteriores códigos.

Bajo la denominación de calificación del delito se entienden aquellas situaciones que previstas en la ley penal y conocidas por la doctrina bajo la denominación de circunstancias clarificativas o circunstancias agravantes suponen un incremento en la punibilidad prevista por el legislador generando por lo mismo nuevos tipos delictivos que resultan ser más agravados que los estimados básicos. ¹¹⁴

Los principios morales y éticos de la edición genética deben estar incluidos en las leyes así como su aplicación debe procurar el beneficio social.

El reto para los países ricos en biodiversidad , que coinciden generalmente en ser países del tercer mundo , pretenden lograr un proceso donde se alcance la justicia

112Vázquez, Rodolfo, Bioetica Y Derecho Fundamentos Y Problemas Actuales , Fondo De Cultura Económica , 1999, México, p.25

113 De La Lora Gascón, Pablo, Marina Bioética , Principios Desafíos , Debates , Editorial Alianza Bilbao España 2008,p 27

114Fernandez Soberantes Fernández José Luis, Diccionario Jurídico Mexicano , Editorial Porrúa 1991, México,p.361

en el proceso de apropiación. O por lo menos alcanzar las condiciones menos favorables para ellos.¹¹⁵

Como dijo Sócrates y así como en el juego los jugadores torpes son de tal suerte embarullados por los jugadores expertos , que acaban por no saber ya que dado han de mover así tu habilidad para mover a tu antojo, no los dados sino el razonamiento .¹¹⁶

Y en la medida en que el derecho es una ciencia del espíritu, hecha por hombres y para hombres , omne ius causa hominum constitutum est, no se intuye de lo venidero sino que se razona de lo pasajero, de lo que ya pasó.¹¹⁷

Es así que solo nos queda esperar lo que pasará en este campo .

115 Recursos genética biodiversidad y derecho , Adrián casas Isaiah editorial Gustavo ibañez, Mexico 2005, p.9

116 Platón , *La República* , Editorial , Editores mexicanos Unidos S.A., 2008, México, p.228

117 Rodríguez Ramos, Antonio Manuel, La ceguera del legislador a La Luz de la genética, EDITORIAL universidad externado de Colombia , 2000 , p.20

PROPUESTAS

Para poder recibir esta nueva tecnología que las grandes empresas introducirán, se deben preparar el CIBIOGEM, la CONACYT y El SNICS para impulsar la tecnología CRISPR, tanto en investigación y certificación, para garantizar la salud de la población, el avance tecnológico.

El primer paso es asegurar que el SNICS, a través del CONACYT consiga encontrar con mayor eficacia OGM ya que actualmente es difícil saber hasta que grado un alimento ha sido manipulado.

Una vez logrado esto y para garantizar la calidad y bioseguridad se debe exigir que solo se admitan OVGGM usando el método CRISPR.

Se debe reformar el CAPÍTULO II referente a los requisitos para la Obtención de Permisos del CAPÍTULO II que se denomina “Requisitos para la Obtención de Permisos” en el artículo 50 que dice “La solicitud del permiso para realizar la liberación al ambiente de OGMs en programa piloto, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:

Uno de los requisitos para la liberación al ambiente deberá ser un documento probatorio que demuestre el uso del método de edición Genética CRISPR que

después deberá ser avalado por la CIBIOGEM para así garantizar la calidad y proveer el uso de esta técnica de Edición Genética.

En el Artículo 4 de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas se debe hacer el marco legal para poder fomentar el uso e investigación de esta técnica.

También reformar el TÍTULO QUINTO De la Protección de la Salud Humana en relación con los OGMs CAPÍTULO I De las Autorizaciones de OGMs ya que el CRISPR es un método que garantiza la seguridad de las técnicas genéticas.

Se debe reformar el artículo 108 de la LBOGM del capítulo Del Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad añadiendo el siguiente párrafo:

La CIBIOGEM a través del SNICS emitirá los certificados CRISPR para los OGMs que hayan sido creados usando esta técnica.

Como toda ley nueva las nuevas leyes necesitan tener esa fuerza coercitiva por lo que es conveniente poner una pequeña sanción administrativa que deberá incluirse en el artículo 119 TÍTULO DECIMOPRIMERO Infracciones, Sanciones y Responsabilidades CAPÍTULO I De las Infracciones de la Ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados que será el siguiente texto :

Quien libere a un OVGGM tendrá como sanción no poder liberar más al ambiente ningún OVGGM hasta que sea regularizado y en caso de que este OVGGM cause estragos al medio ambiente esta sanción correrá a cargo de la SEMARNAT o el órgano correspondiente donde se haya cometido ese delito.

En lo demás se haría obligatorio el uso de esta técnica en la LBOGM que será respaldada por la CONACyT para el mejoramiento de la misma .

CONCLUSIONES

Esta tesis propone que nuestra ley de biorganismos genéticamente modificados plantee la inclusión de una técnica nueva y eficaz porque así se fomentará a la investigación y desarrollo, ya que si se ha creado un capítulo en la LBOGM en la cual se prevé los riesgos de liberar un OGM en el ambiente OGM, debido a su posible daño en el medio ambiente, también se debe crear un apartado para el uso de las técnicas de edición genética a usar ya que estas garantizarán una mejor seguridad de los mismos, además de que en el futuro esta será una técnica usada en muchas partes del mundo.

Las ideas de la ilustración enseñaron al hombre que puede confiar en su propia razón como guía para establecer normas éticas válidas y que puede depender de sí mismo sin necesitar de la revelación ni de la autorizada de la iglesia para saberlo qué es bueno y malo .¹¹⁸

Según Thomas Kuhn, el conocimiento humano se acumula de manera discontinua. Comenzando , con una visión aceptada del mundo, el paradigma, el conocimiento se produce de un manera aditiva, que posteriormente define y embellece el punto de vista aceptado; con el tiempo no obstante , se descubren hechos que no encajan en el dogma vigente. Estos hechos nuevos son al principio

¹¹⁸ Fromm Erich, Ética y psicoanálisis, Fondo de Cultura Económica, décimo quinta reimpresión 1990, México,p.17

ignorados o rechazados , pero su acumulación debilita progresivamente hasta que su importancia produce un cambio radical.¹¹⁹

Los filósofos han acostumbrado a colocarse delante de la vida y de la experiencia delante de lo que llaman el mundo de la experiencia como delante de un cuadrado desarrollado que representa inmutablemente invariablemente la misma escena;¹²⁰

Se debe crear un capítulo en la ley de organismos genéticamente modificados en el que se estipule la utilización del CRISPR/cas9 para así fomentar la misma y desarrollar mejores técnicas de edición genéticas y la estandarización de esta técnica como único medio para la edición genética.

¹¹⁹ Jornada sobre el Genoma Humano y El Derecho, Escola Gallega de Administración Pública, Editorial Monte Corvo, España 2001, p.35

¹²⁰ Nietzsche Federico, *Humano Demasiado Humano*. Editorial : Editores Mexicanos unido,2002, p .28

Fuentes de Información

Bibliografías

Libros

Casado, María, *Sobre la dignidad y los principios. Análisis de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO*. Ed.CIVITAS, Barcelona, 2009.

González Morán, L., *La bioética-- al bioderecho*, Primera Edición, Editorial Madrid, España, 2006.

González Wenceslao J., *Evolucionismo: Darwin y enfoques actuales*, Editorial net biblio, España Harper, 2008

Jaramillo Antillón, Juan, *La aventura humana: del origen de la vida al desarrollo de las ideas*, Editorial Universidad de Costa Rica, 1992.

Lammoglia-Cobo, María Fernanda; Lozano-Reyes, Ricardo, "La revolución en ingeniería genética: sistema CRISPR/Cas". *Investigación en Discapacidad*. Vol.5, Núm 2., 2016.

Lammoglia-Cobo, María Fernanda; Lozano-Reyes, Ricardo y otros. *La revolución en ingeniería genética: sistema CRISPR/Cas". Investigación en Discapacidad*. Vol.5, Núm. 2. España, (2016.)

Referencias Normativas

Código Penal para el Distrito Federal

Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, publicada en el diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005, citado 28 de marzo de 2017, www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf

Ley Federal de Protección de datos personales en posesión de los particulares. Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de julio de 2010.

ONU 23 de marzo de Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos 1976, citado 23 de mayo de 2017, <http://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CCPR.aspx>

ONU, Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología, COMEST 2005. "Informe del Grupo de Expertos sobre el principio precautorio". Editorial TALLERES GRAFICOS ONU, citado 22 de enero de 2017, <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001600/160021s.pdf>

ONU, Declaración Universal sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos 11 de noviembre de 1997, citado el 14 de abril de 2017, http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13177&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Referencias hemerográficas

Specter, Michael, *La revolución del ADN*, National Geographic, España. 2016

Specter, Michael. *La Revolución del A N. ¿Podemos alterar el código de la vida?*, Revista National Geographic, México, 2016.

Ye X, Al-Babili S, Klöti A, Zhang J, Lucca P, Beyer P, Potrykus I. *La ingeniería genética para dar al endosperma de arroz de un camino de síntesis de la provitamina A beta-caroteno*. PUB MED, Estados Unidos, 2000.

Referencias Digitales

Club de Computación y Electrónica, entidad del Ministerio de Informática y Comunicaciones, citado 15 de febrero de 2017, [URL:https://www.ecured.cu/Johan_Friedrich_Miescher](https://www.ecured.cu/Johan_Friedrich_Miescher)

COFEPRIS Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, citado 22 de mayo de 2014, <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Normas-Oficiales-Mexicanas.aspx>

CONACYTPRENSA, citado 23 de agosto de 2011,
<http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/13082-una-mirada-a-la-edicion-genetica-en-mexico>

Cyranosky D. *Chinese scientists to pioneer first human CRISPR trial*. citado 14 de abril de 2016 Nature. URL: DOI: 10.1038/nature.2016.20302

Dirección de la Unidad Técnica de Proyectos, Comunicación e Informática Estratégica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología , CONACYT agencia informativa, citado 11 de abril de 2017, URL <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/13082-una-mirada-a-la-edicion-genetica-en-mexico>

Fergus,Walsh. *La polémica apuesta de EE.UU. por hacer crecer órganos humanos en cerdos*, citado 6 de junio 2016,
http://www.bbc.com/2016/06/160606_salud_organos_humanos_cerdos_transplantes_ucda_vis_ch

Fisher, Ronald Aylmer ; De Beer, Gavin Rylands (1947), *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*, citado 8 de febrero de 2016, URL: [doi:10.1098/rsbm.1947.0011](https://doi.org/10.1098/rsbm.1947.0011).

Flores, J., *Los orígenes bacterianos de la edición del genoma*. La Jornada, sección Ciencias, p. 3a, suplemento La Jornada de enmedio. México: DEMOS, citado 30 de enero del 2017, URL:<http://www.jornada.unam.mx/2016/01/05/opinion/a03a1cie>

Fundación Princesa de Asturias, consultado 15 de abril de 2017 URL:
<http://www.fpa.es/es/premios-princesa-de-asturias/premiados/2015-emmanuelle-charpentier-y-jennifer-doudna.html>

González, Federico, Zhong-Dong ShiZengrongZhu ,Lelli Katherine, VermaNipun, Qing V. HuangfuLi,Danwei(12, junio 2014) CELL STEM CELL Copyright © 2017, consultado 16 de abril de 2017, URL:[http://www.cell.com/cell-stem-cell/abstract/S1934-5909\(14\)00205-7](http://www.cell.com/cell-stem-cell/abstract/S1934-5909(14)00205-7)
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.stem.2014.05.018>

Lammoglia-Cobo María Fernanda, Lozano-Reyes Ricardo,* García-Sandoval César Daniel, Cynthia Michelle, Trejo-Reveles Violeta,* Balam Muñoz-Soto Rodrigo,* Camacho César López- (2016). *La revolución en ingeniería genética: sistema CRISPR/Cas*?. *Investigación en Discapacidad*. Vol.5, Núm. 2 p.116-128, citado 5 de agosto 2017, URL: <http://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2016/ir162e.pdf>

Martínez Mojica, Francisco Juan, Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio
. Universidad de Alicante consultado 5 de abril de 2017 URL:
<https://imem.ua.es/es/quienes-somos/francisco-juan-martinez-mojica.html>

MedigenePress 2016 25 DE ABRIL DE 2015 · URL:
<http://revistageneticamedica.com/2015/04/25/primeros-embriones-humanos-modificados-geneticamente/>

MontoliuLluis, Pilar Cubas and Florencio Pazos (2016). Breaking-Cas—interactive design of guide RNAs for CRISPR-Cas experiments for ENSEMBL genomes. Nucleic Acids Research (2016) doi: 10.1093/nar/gkw407.URL:
<http://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/breakingcas>" ISBN 9977672008 pp67

Montoliu, Lluís. (2 de octubre 2016) The CRISPR page at CNB URL:
<http://wwwuser.cnb.csic.es/~montoliu/CRISPR/>. Consultado: 13 de abril 2017

Nakamura, Tetsuya. GehrkeAndrew R. , LembergJustin, SzymaszekJulieet al. 2016.
“Digits and fin rays share common developmental histories”. Nature, 537(7619 URL:
<http://ww.nature.com/nature/journal/v537/n7619/abs/nature19322.html>

Nobel Museum® (2013) NOBELPRICE.org
URL:http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1946/muller-facts.html.

Ordaz Herrera, Brenda Leticia,(11 de septiembre de 2015) Regulación vigente en materia de bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados , CONACYT, URL
<http://conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/Eventos/CIBIOGEM/Puertas-abiertas/6/presentaciones/8-Regulacion-nacional-ogms-bloh.pdf>

PerezAndres (2009) PID-Aula PSI 13 de mabril ed 2017 URL:
http://www.ugr.es/~aula_psi/INFORME_WARNOCK.html

Reardon, Sara. (9 Marzo 2016). “Welcome to the CRISPR zoo”. Nature. URL:
<http://www.nature.com/news/welcome-to-the-crispr-zoo-1.19537>

Revista Genética Médica, consultado 14 de enero de 2017, DOI:
<http://dx.doi.org/10.1093/hmg/ddw286>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales03 de marzo de 2016
<http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-a-los-o>

See, e.g., ChideyaFarai, (25 de junio de 2016) *The Battle Over CRISPR Could Make or Break Some Biotech Companies*, FIVETHIRTYEIGHT consultado 22 de Abril de 2017 URL: <http://fivethirtyeight.com/features/the-battle-over-crispr-could-make-or-break-some-biotech-companies>

ShubinNeil H. (17 August 2016) "Digits and fin rays share common developmental histories". *Nature*, 537(7619), consultadodeabril de 2017 doi:10.1038/nature19322

supra Kahn, ; Pollack Andrew,(11 de mayo 2015) *Jennifer Doudna, a Pioneer Who Helped Simplify Genome Editing*, N.Y. TIMES , consultado 22 de Marzo 2017 URL<http://www.nytimes.com/2015/05/12/science/jennifer-doudna-crispr-cas9-genetic-engineering.html> [<http://perma.cc/KB4F-UGCP>];

UNESCO (19 de octubre de 2005) Declaración universal sobre Bioética y Derechos Humanos http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=2

Unidad Vinculante intradisciplinaria de genética (9 de marzo 2002) Universidad de Uruguayconsultado 11 de abril de 2017 URL <http://uvigen.fcien.edu.uy/utem/Popgen/popeq.html>

Waltz, Emily . (2016) "Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation". *Nature*.

Wayback machine, (13 Noviembre 2014) , 15 Marzo 2017 URL: http://web.archive.org/web/20120708065353/http://www.experiencefestival.com:80/a/August_Weismann/id/1922542