



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE QUÍMICA

Paradigma o realidad acerca del consumo de alimentos
transgénicos

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

PRESENTA:

KAREN NALLELY CÓRDOVA FRANCO

TUTOR DE TESIS:

M. en A. Daniel Roberto Béjar López

DGOAE

Dirección General de Orientación y Atención Educativa



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Facultad de **Química**
1916 · UNAM · 2016



Jurado Asignado:

Presidente:	M. en A. Daniel Roberto Béjar López
Secretario:	I.Q. Francisco Jerónimo Nieto Colín
Vocal:	M.A.I. Julio César Cosbert Vázquez
Vocal:	M.A.I. Alejandro García Vera
Vocal:	M.A.I. Marcos Enríquez Rodríguez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma De México

Asesor del tema:

M. en A. Daniel Roberto Béjar López

Sustentante:

Karen Nallely Córdova Franco





Facultad de **Química**
1916 · UNAM · 2016



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres por apoyarme para poder continuar preparándome en mi carrera profesional y poder concluir la maestría.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Facultad de Química por haberme brindado la oportunidad de estudiar dentro de sus instalaciones, y sobre todo por darme las herramientas necesarias para formarme profesionalmente.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) por el apoyo económico para la realización de este proyecto.

A los miembros del jurado por la revisión, sugerencias y aportaciones al presente trabajo.



ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 ¿Qué son los alimentos transgénicos?.....	4
3.2 ¿Cómo se producen los alimentos transgénicos?.....	5
3.3 ¿Cuáles son las teorías de transformación genética de las plantas?.....	6
3.4 Situación actual de la producción actual de alimentos transgénicos.....	10
3.5 Evaluación de la inocuidad de un OGM.....	12
3.6 Ventajas y riesgos.....	15
3.6.1 Ventajas.....	15
3.6.2 Riesgos.....	15
3.7 Legislación: Regulación y Etiquetado.....	18
IV. JUSTIFICACIÓN	26
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
VI. OBJETIVO GENERAL.....	28
6.1 Objetivos particulares.....	28
VII. HIPÓTESIS	28
VIII. METODOLOGÍA.....	29
IX. RESULTADOS	31
X. DISCUSIÓN	44
XI. CONCLUSIONES	64
XII. REFERENCIAS.....	65



ABREVIATURAS

AND	Ácido desoxirribonucleico
AIA	Acuerdo de Informe Avanzado
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios
CIBIOGEM	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
CE	Comisión Europea
CD	Ciudad de México
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Protegidas
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
EPA	Agencia de Protección Ambiental
EUA	Estados Unidos de América
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos
GM	Genéticamente Modificado
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IARC	Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer
LBOGM	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
LFSV	Ley Federal de Sanidad Vegetal
OGM	Organismo Genéticamente Modificado
OGMs	Organismos Genéticamente Modificados
PE	Parlamento Europeo
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
RLBOGM	Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SNIB	Sistema Nacional de Información sobre



Facultad de **Química**
1916 · UNAM · 2016



SS
UNAM
USDA

Bioseguridad
Secretaria de Salud
Universidad Nacional Autónoma de México
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional	6
Figura 2. Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional	7
Figura 3. Microcañon con partículas metálicas rodeadas de ADN	8
Figura 4. Obtención de plantas transgénicas resistentes a los insectos mediante <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	10
Figura 5. Índice de riesgos de seguridad alimentaria.....	13



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución de los cultivos transgénicos desde 1996-2005.....	11
Gráfica 2. Evolución por tipo de cultivo transgénico	12
Gráfica 3. Pruebas de campo aprobadas de 1988 a 2005 y permisos de liberación al ambiente de 2005 a 2015	23
Gráfica 4. Número de autorizaciones de OGMs emitidas por COFEPRIS desde 1995 a 2015	24
Gráfica 5. Eventos de OGMs autorizados por cultivo	24
Gráfica 6. Liberación al ambiente de OGMs conforme a la LFSV	25
Gráfica 7. Permisos de liberación al ambiente de OGMs conforme a la LBOGMs	25
Gráfica 8. Género de los encuestados.....	32
Gráfica 9. Rangos de edad de los encuestados.....	32
Gráfica 10. Nivel de estudios de los encuestados.....	33
Gráfica 11. Pregunta 1 del cuestionario aplicado.....	33
Gráfica 12. Pregunta 2 del cuestionario aplicado.....	34
Gráfica 13. Pregunta 3 del cuestionario aplicado.....	34
Gráfica 14. Pregunta 4 del cuestionario aplicado.....	35
Gráfica 15. Pregunta 5 del cuestionario aplicado.....	35
Gráfica 16. Pregunta 6 del cuestionario aplicado.....	36
Gráfica 17. Pregunta 7 del cuestionario aplicado.....	36
Gráfica 18. Pregunta 8 del cuestionario aplicado.....	37



Gráfica 19. Pregunta 9 del cuestionario aplicado.....	37
Gráfica 20. Pregunta 10 del cuestionario aplicado.....	38
Gráfica 21. Pregunta 11 del cuestionario aplicado.....	38
Gráfica 22. Pregunta 12 del cuestionario aplicado.....	39
Gráfica 23. Pregunta 13 del cuestionario aplicado.....	39
Gráfica 24. Pregunta 14 del cuestionario aplicado.....	40
Gráfica 25. Pregunta 15 del cuestionario aplicado.....	40
Gráfica 26. Pregunta 16 del cuestionario aplicado.....	41
Gráfica 27. Pregunta 17 del cuestionario aplicado.....	41
Gráfica 28. Pregunta 18 del cuestionario aplicado.....	42
Gráfica 29. Pregunta 19 del cuestionario aplicado.....	42
Gráfica 30. Pregunta 20 del cuestionario aplicado.....	43
Gráfica 31. Pregunta 21 del cuestionario aplicado.....	43
Gráfica 32. Pregunta 22 del cuestionario aplicado.....	44



I. RESUMEN

Los alimentos transgénicos están en la mesa de los consumidores mexicanos, el debate en cuanto a la seguridad de los mismos no ha cesado en los últimos años y no se detiene el aumento de la población a nivel mundial. Por tal razón, la demanda de alimentos continúa creciendo y los cambios climáticos están generando dificultades en la producción de los cultivos. Los alimentos transgénicos parecen ser la mejor opción para solucionar estos problemas, ya que prometen ayudar a aumentar la producción agrícola a pesar de los cambios climáticos y contribuir en el menor uso de plaguicidas; sin embargo, está en duda el riesgo a la salud y al medio ambiente que pudieran generar. Ante tal incertidumbre, se aplicó una encuesta a personas de la Ciudad de México y a ciertos especialistas en el tema.

No se encontró evidencia de algún caso que ocasionara un daño a la salud por el consumo de alimentos transgénicos, por el contrario, se encontró que son una buena opción para los agricultores que tienen pérdidas de sus cosechas por algún problema climático o por bajas producciones. Además ayudan a satisfacer la demanda de alimentos que exige hasta ahora el aumento de población.

Finalmente, la gente piensa que el consumo de alimentos transgénicos es un riesgo para su salud ocasionándoles problemas como el cáncer, dicho paradigma se podría romper si las empresas que los producen promueven campañas y eventos a favor de su consumo informándoles a los consumidores porque no son dañinos para su salud ni el medio ambiente. La COFEPRIS también podría ayudar difundiendo esa información a través de comerciales que además promovieran que muchos de los productos que ya consumimos son transgénicos y previa a su autorización se verificó su calidad e inocuidad y bajo riesgo ambiental.



II. INTRODUCCIÓN

La alimentación consiste en la obtención, preparación e ingestión de alimentos, es una de las principales preocupaciones del ser humano, porque de ésta dependerá, en gran medida, que el hombre tenga una vida saludable. Producir suficiente cantidad de alimentos (sanos e inocuos) y lograr la distribución equitativa de los mismos es el gran reto¹.

Para contribuir a la alimentación de la sociedad se generaron los cultivos de OGMs de los cuales se obtienen alimentos transgénicos como el maíz y en varios artículos se reporta que dichos cultivos generan mejores rendimientos, menor uso de pesticidas, mejores condiciones de uso del suelo, entre otras cosas hacen que los países desarrollados sean los primeros en cosechar los beneficios de esta tecnología. Sin embargo, existe oposición en el mundo occidental hacia los cultivos².

La alimentación se inserta en sistemas culturales específicos, dado que la elección de los alimentos está ligada a la satisfacción de las necesidades primarias del organismo y la ingesta de una alimentación adecuada, tendrá como beneficio una sociedad más saludable³.

La mayoría de las personas está comenzando a entender y valorar profundamente los lazos existentes entre el bienestar humano, la estabilidad social y los procesos naturales de la tierra que sustentan la vida. Es por ello que surge la necesidad de recurrir a la biotecnología: “De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, de 1992, la biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. La industria biotecnológica se ha triplicado en los últimos 10 años,



aportando en la actualidad el 80% de las patentes que se manufacturan anualmente⁴.

La aplicación de los principios bioéticos puede ayudar a tomar medidas sobre la racionalidad del uso de transgénicos y la necesidad de regulaciones que controlen su producción en los países. Entre los principios éticos aplicables se encuentran los siguientes⁴:

- Principio de precaución con la finalidad de proteger el medio ambiente.
- Principio de solidaridad con la finalidad de que los estados cooperen con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra.
- Principio de equivalencia sustancial para evaluar que el alimento procedente de la nueva biotecnología se puede caracterizar como equivalente a su predecesor convencional, se puede suponer que no plantea nuevos riesgos y, por lo tanto, es aceptable para su consumo. En este principio se basan aquellos que no exigen pruebas de campo de seguridad, pero, en realidad, este principio no sustituye la necesidad de una evaluación rigurosa del producto transgénico mediante ensayos nutricionales, inmunológicos y toxicológicos, ya que puede haber cambios introducidos por diferencias en la regulación génica e interferencias con otros genes, y de interrelación con el clima y otros organismos en el ambiente.
- Principio de responsabilidad, reflexionar sobre las acciones a tomar, teniendo en cuenta el balance entre riesgos y beneficios en el desarrollo social.

Debido a la sobrepoblación surgió la necesidad de que las empresas innovaran productos, los cuales tendrían mejores condiciones para la salud, con un valor añadido y calidad para el consumidor, utilizando la biotecnología como un



instrumento para identificar y aislar genes que controlan características específicas en una sola clase de organismos y para trasladar copias de esos genes a otro organismo con diferentes características. El objetivo de la biotecnología aplicada a la agricultura es controlar la producción de alimentos, a fin de ir adquiriendo mayores ganancias para empresas como: Monsanto, Bayer, Syngenta, Pioneer y Dow Agrosience, que al realizar la selección y cruzar genes de diferentes especies controlan los granos de mayor consumo que alimentan a la humanidad como lo son: maíz, soya, canola, algodón, sorgo, arroz y trigo. Además de ampliar las posibilidades de limitación impuesta por la polinización cruzada y las técnicas de selección tradicional.⁵

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ¿Qué son los alimentos transgénicos?

Se conocen como alimentos transgénicos a aquellos alimentos elaborados y/o procesados a partir de cultivos y/o microorganismos modificados genéticamente por técnicas de ingeniería genética¹. El nombre transgénico proviene de "trans" (cruzar de un lugar a otro) y "génico" (referido a los genes), o sea, es todo aquel organismo que tiene incorporado un gen extraño³.

Alimentos transgénicos son¹:

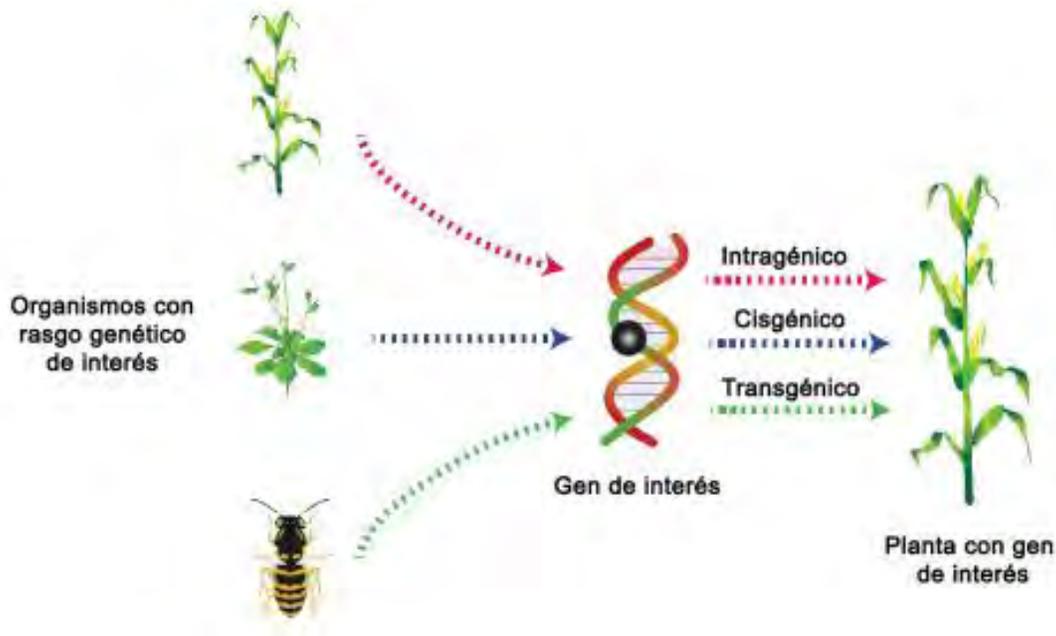
- Cultivos que se pueden utilizar directamente como alimento y que han sido modificados genéticamente (por ejemplo, plantas de maíz o soya manipuladas genéticamente para ser tolerantes a un herbicida o resistentes al ataque de plagas).
- Alimentos que contienen un ingrediente o aditivo derivado de un cultivo modificado genéticamente.



- Alimentos que se han producido utilizando un producto auxiliar para el procesamiento, el cual puede provenir de un microorganismo modificado genéticamente (por ejemplo, quesos elaborados a partir de la quimosina recombinante, producida por un hongo filamentoso manipulado genéticamente, *Aspergillus niger*, para la producción de una enzima bovina).

3.2 ¿Cómo se producen los alimentos transgénicos?

Para generar un OGM que aporte una nueva característica de interés hay que conocer el gen o genes responsables de dicha propiedad. Una vez conocidos, se hace necesario obtenerlos a partir del genoma de un organismo donador. Este proceso recibe el nombre de clonación y consiste en seleccionar, de entre miles de genes del genoma de dicho organismo, el gen o genes adecuados. Por “clonación” se entiende el hecho de seleccionar un gen, una molécula definida, que se amplifica millones de veces en un tubo de ensayo. La disponibilidad de preparaciones con millones de copias de estas moléculas en el tubo de ensayo permite hacer un manejo muy preciso de la misma. La selección y amplificación del gen se lleva a cabo mediante el empleo de una serie de métodos de biología molecular cuyo resultado final conduce a que se pueda disponer del fragmento de ADN que contiene el gen para su modificación o transferencia al organismo receptor. Para introducir el gen clonado en el genoma del organismo receptor se usan las técnicas llamadas de “transformación genética” (*vide infra*)⁶.

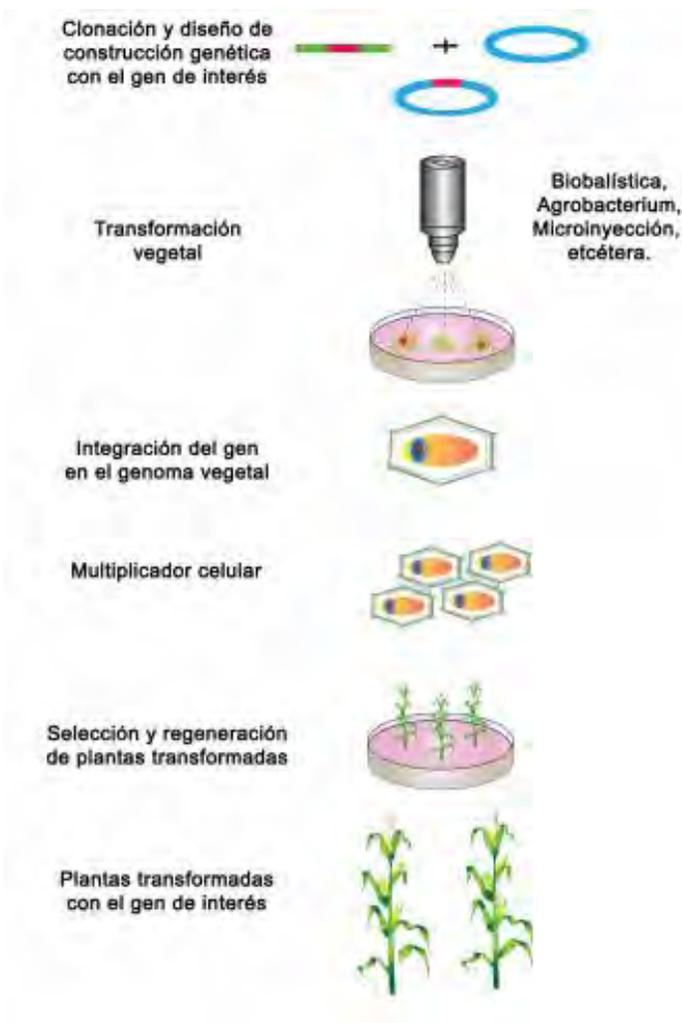


Gutiérrez G.D.F. et al. (2015). Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional. [Figura 1]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/Estado-actual-de-los-cultivos.pdf>

3.3 ¿Cuáles son las técnicas de transformación genética de las plantas?

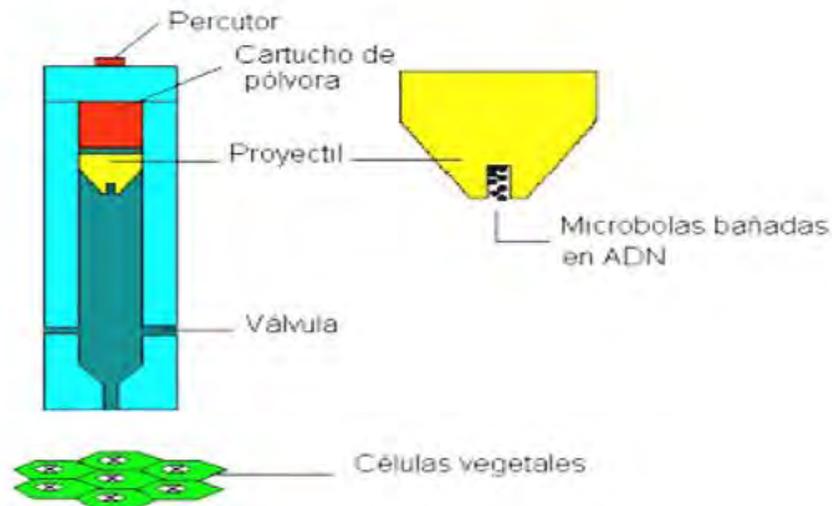
Para poder introducir ADN exógeno en un genoma vegetal hay tres técnicas⁶.

- La primera, denominada bio-balística, emplea un microdisparador que lanza sobre la célula minúsculas partículas de tungsteno u oro (alrededor de 0,45 micras de diámetro) recubiertas con el ADN transformante. Estos microproyectiles se disparan a una velocidad tal que, con una frecuencia aceptable quedan alojados en el núcleo de la célula vegetal transformada. Una vez en el núcleo, el ADN transformante se integra en el genoma receptor.



Gutiérrez G.D.F. et al. (2015). Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional. [Figura 2]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/Estado-actual-de-los-cultivos.pdf>

No obstante, el proceso tiene una desventaja, la falta de control sobre la integración del gen en el genoma de la planta. Puede suceder que el transgén se rompa durante el proceso y se integren fragmentos de ADN de partida, o que se integren demasiados transgenes y, por lo tanto, la planta reaccione silenciándolo, es decir, impidiendo que el gen se exprese.



Mateo C.A. et al. (2010). Microcañon con partículas metálicas rodeadas de ADN. [Figura 3].
Recuperado de <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/trangenicos.pdf>

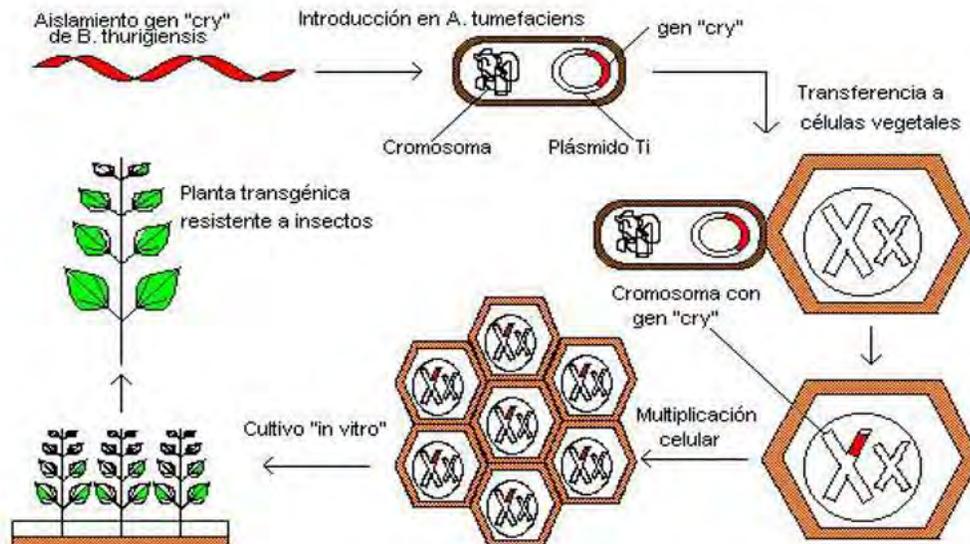
La segunda técnica es la transformación de protoplastos. Se denominan protoplastos a las células vegetales desprovistas de pared celular. Su obtención se lleva a cabo mediante procesos mecánicos y enzimáticos de eliminación de la pared celular. Por ejemplo, se pueden obtener protoplastos de tabaco o petunia a partir de hojas, mediante la retirada de la epidermis y el tratamiento con celulasas y pectinasas (enzimas que digieren los componentes de la pared celular vegetal) en medio isotónico, para evitar su rotura (al carecer de pared no son capaces de soportar cambios osmóticos). Mediante este proceso se obtiene una suspensión con millones de células individuales susceptibles de ser transformadas. Los protoplastos se mantienen en un medio de cultivo y se adiciona el gen que se ha de transferir. Para conseguir la penetración del transgén es necesaria la permeabilización de la membrana, que se lleva a cabo mediante distintos procesos:



- Electroporación: Consiste en aplicar al protoplasto descargas eléctricas de manera que la membrana se despolariza y se crean diminutos poros por los que puede penetrar el ADN.
- Tratamiento con polietilenglicol para desestabilizar la membrana celular.
- Fusión con la membrana de liposomas que contengan el ADN a transferir.

Una vez incorporado el ADN, se requiere cultivar los protoplastos para permitir su división, y en las condiciones que permitan conseguir la regeneración de la planta que ha incorporado el transgén.

La tercera técnica de transformación utiliza como vector una bacteria denominada *Agrobacterium tumefaciens* que en la naturaleza inyecta una pequeña porción de su genoma denominada plásmido Ti a las células de las plantas donde se acopla. Este sistema de transformación utiliza, por lo tanto, un mecanismo fisiológico natural de transformación que las plantas a las que afecta les acarrea la aparición de una enfermedad denominada “agalla del cuello “. Se han construido versiones modificadas de plásmidos Ti que son capaces de transferir al genoma vegetal sin desarrollar infección. En esos plásmidos se introducen los genes a expresar consiguiendo la cotransferencia de los mismos al genoma de la planta receptora.



Mateo C.A. et al. (2010). Obtención de plantas transgénicas resistentes a los insectos mediante *Agrobacterium tumefaciens*. [Figura 4]. Recuperado de <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/trangenicos.pdf>.

En general este método es considerado más fiable que otros ya que la transformación es más estable y solo introduce una copia del transgén.

3.4 Situación actual de la producción de alimentos transgénicos

El punto de referencia en la evolución transgénica se encuentra en EE.UU., país pionero en la producción de alimentos transgénicos. Por otro lado, la industria agraria supone un importante eslabón económico, pues representa el 5% del Producto Interno Bruto (PIB) en Unión Europea y el 60% Mundial. En la actualidad, se comercializan en todo el mundo casi un centenar de cultivos y alimentos a base de OGMs, sobre todo en países como Argentina, Australia, Canadá y Estados Unidos. Desde el año 1995 en el que comenzó la plantación de cultivos de los OGMs comercializados en todo el mundo, se ha venido produciendo un incremento año tras año de la superficie cultivada con estos organismos⁶.

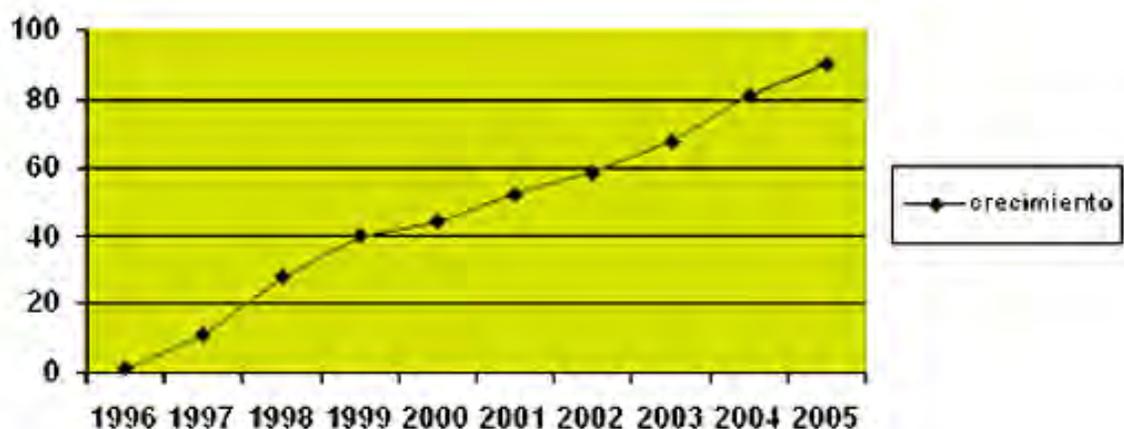
Estados Unidos se mantuvo como el país que siembra una mayor extensión de cultivos genéticamente modificados, con 64 millones de



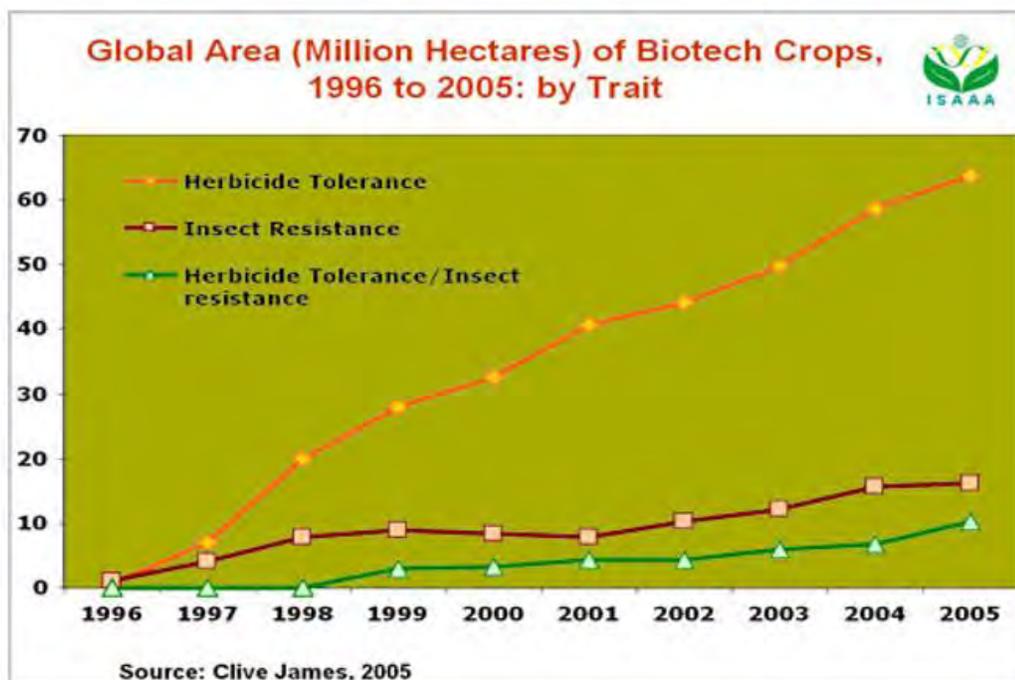
hectáreas, seguido por Brasil, con 21.4 millones; que el año pasado desplazó la tercera posición a Argentina, con 21.3 millones de hectáreas. México ocupa el sitio 15 con aproximadamente 100 mil hectáreas sembradas de algodón y soya. América Latina en su conjunto cultivó 46.8 millones de hectáreas, lo que equivale al 35% de la extensión total de estos cultivos, principalmente soya, maíz y algodón⁷.

A pesar de que en México es poca la producción de cultivos transgénicos, se importan granos y alimentos provenientes de Estados Unidos, primer productor de cultivos y alimentos transgénicos, por lo que es probable que los productos que ofrece la industria alimentaria sean alimentos elaborados a partir de materias primas transgénicas⁷.

Los datos de los que se dispone indican que en la superficie de cultivos transgénicos plantada en todo el mundo ha ido incrementando con el paso de los años, cifrándose la misma cerca de los 100 millones de hectáreas en 2005⁶.



Mateo C.A. et al. (2010). Evolución de los cultivos transgénicos desde 1996-2005. [Gráfica 1]. Recuperado de <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/trangenicos.pdf>.



Mateo C.A. et al. (2010). Evolución por tipo de cultivo transgénico. [Gráfica 2]. Recuperado de <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/trangenicos.pdf>.

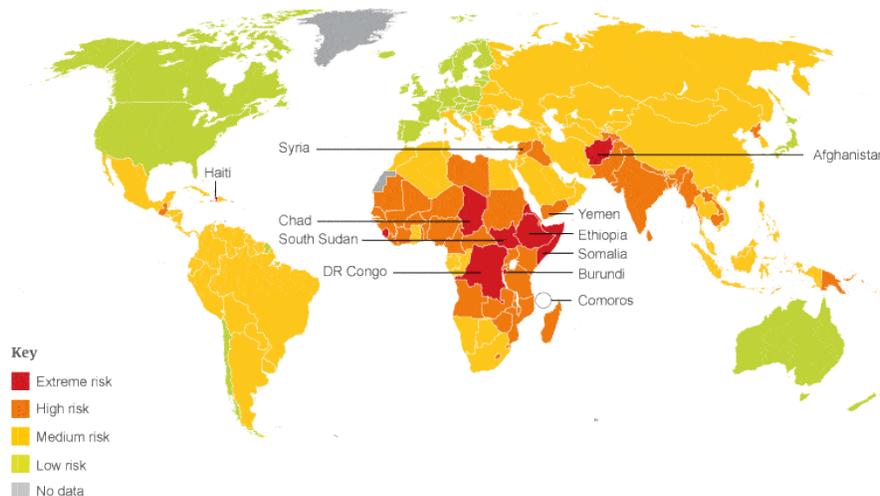
3.5 Evaluación de la inocuidad de un OGM

La Secretaría de Salud (SS), a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) realiza la evaluación caso por caso de los estudios que elaboran y presentan los interesados sobre inocuidad y los posibles riesgos de los OGMs sujetos a autorización en los términos del título quinto de la **Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM)** y su **Reglamento** y de acuerdo a los lineamientos establecidos por la autoridad sanitaria para el **Procedimiento para la Evaluación de Inocuidad de Organismos Genéticamente Modificados, destinados al Uso o Consumo Humano, Procesamiento de Alimentos, Biorremediación y Salud Pública**⁸.



No todas las características han tenido éxito debido que existen ejemplos de alergenicidad en los productos OGMs, por lo que surge la necesidad de que estos productos tengan una evaluación de riesgo a la salud⁹. Porque a veces las buenas intenciones conducen a resultados desastrosos.

Food Security Risk Index 2013



Zilberman, D. (2013). Índice de riesgos de seguridad alimentaria. [Figura 5]. Recuperado de <http://www.agrobiomexico.org.mx/la-seguridad-alimentaria-global/>

Por ejemplo, en la generación de un organismo genéticamente modificado, en la soya, los fitomejoradores tuvieron la intención de elevar la calidad nutritiva de este cultivo, aumentando el nutriente albumina 2S. La albúmina 2S producida en la soya ocasionó reacciones alérgicas muy fuertes, demostrándose que es uno de los factores principales de la alergenicidad de la nuez de Brasil. Este producto nunca se comercializó¹⁰.

La evaluación de riesgo incluye la revisión de los estudios moleculares; estudios de equivalencia sustancial, estudios completos de toxicidad y alergenicidad¹⁰.



El concepto de **equivalencia sustancial** es uno de los principales componentes comparativos que rigen la evaluación de la inocuidad de alimentos derivados de OGMs. Este concepto incorpora un criterio de base científica que propone garantizar que un alimento, así como cualquier sustancia que haya sido introducida en él, como resultado de una modificación genética, sea tan inocuo y no menos nutritivo que su homólogo tradicional bajo las condiciones de consumo en México. Resultado de dicha comparación, el alimento genéticamente modificado se distingue de su homólogo tradicional por la presencia de uno o más nuevos genes y las proteínas que producen en concentraciones bajas en el organismo genéticamente modificado. Cualquier modificación en los niveles de nutrientes, dentro del nuevo alimento, se evalúa teniendo en cuenta el impacto que puede generar sobre el consumo¹⁰.

Estudios de alergenicidad completos. Los criterios pertinentes utilizados deben de incluir aspectos referentes al origen del material genético transferido, similitud de secuencias aminoacídicas entre la nueva proteína y alérgenos conocidos, efecto del pH o de la digestión enzimática, estabilidad frente al calor o la elaboración, y modificaciones postraduccionales¹⁰.

Otro aspecto importante para el análisis de riesgo son los **estudios completos de toxicidad aguda, subcrónica, y crónica** en aquellos casos donde el estudio subcrónico suponga o evidencie algún riesgo a largo plazo en la salud de todos los productos de expresión de los transgenes, de acuerdo a si su finalidad es para uso o consumo humano, biorremediación o salud pública y, finalmente, el estudio de las similitudes de las secuencias aminoacídicas entre la nueva proteína y toxoides conocidos¹⁰.



3.6 Ventajas y Riesgos

3.6.1 Ventajas⁶

- La mejora de las características nutritivas de los alimentos. Así, será posible la obtención de alimentos con mayor contenido en vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales como metionina y lisina, o con menor contenido en ácidos grasos saturados.
- La prolongación de la conservación y durabilidad de los alimentos. Un ejemplo a reseñar es el caso de los tomates transgénicos en los que se ha logrado frenar la producción de etileno sustancia responsable de la maduración.
- La obtención de cultivos resistentes a la sequía y al frío. En este sentido cabe resaltar la obtención de frambuesas y tomates resistentes a heladas.
- La mejora en los caracteres organolépticos (propiedades que se pueden percibir por los sentidos como el olor, el sabor o el color) de los alimentos o en sus propiedades físicas. A este respecto se han obtenido papas con una capacidad menor de absorción del aceite de fritura, uvas sin pepitas, café con menor contenido en cafeína, levaduras capaces de reducir el tiempo de fermentación en la elaboración del pan o el incremento de los aromas en el caso del vino.

3.6.2 Riesgos⁶

- La contaminación genética puede suponer un cierto riesgo para la biodiversidad por lo que hay que valorar la posibilidad de que los nuevos rasgos introducidos genéticamente pueden ser transmitidos a especies emparentadas. Ejemplo: la colza transgénica resistente al



herbicida Basta. Ésta pasó su resistencia a hierbas compatibles con ella. De manera que, aunque la colza fue aprobada en un entorno, no se estudió los posibles problemas venideros en otros entornos.

- Los riesgos sanitarios a largo plazo de los OGMs presentes en nuestra alimentación o en la de los animales de los que nos alimentamos, no están siendo evaluados y su alcance sigue siendo desconocido: alergias, los cultivos transgénicos al tener introducidos genes extraños en su ADN, pueden codificar proteínas no presentes de modo natural en los alimentos.
- Para evitar los problemas de salud se tienen que cumplir dos premisas⁶:
 - Cumplir la normativa que regula la utilización de estos alimentos.
 - Los alimentos deben ser equivalentes a otros ya existentes.
- A continuación, se enunciarán los principales temores¹:
 - Proteínas “novedosas” causantes de procesos alérgicos.

Los alérgenos alimentarios más comunes son los productos con alto contenido de proteína, sobre todo, los de origen vegetal o marino. Uno de los riesgos para la salud asociado a los alimentos transgénicos es la aparición de nuevas alergias, ya que estos alimentos introducen en la cadena alimentaria nuevas proteínas que nunca antes habíamos comido. Si la proteína es un enzima, pueden ocurrir importantes cambios en



el metabolismo de la célula y ello puede formar de nuevo sustancias tóxicas y alergénicas.

- Producción de sustancias tóxicas o efectos no esperados.

Este temor está directamente relacionado con la incertidumbre del método. Existe el riesgo de que la inserción azarosa del transgén en el genoma del organismo a transformar conduzca al “encendido” o “apagado” de genes aledaños a la inserción. Si así ocurre, pueden generarse procesos desconocidos que conduzcan a la aparición de toxicidad. Para evaluar estos riesgos, son requeridos ensayos de toxicidad, los cuales implican la experimentación con animales de laboratorio a corto, mediano y largo plazo.

- Resistencia a los antibióticos y transferencia horizontal de genes.

El empleo de marcadores de resistencia a antibióticos en el proceso de desarrollo de cultivos transgénicos ha despertado inquietudes acerca de la posibilidad de que estos cultivos promuevan la pérdida de nuestra capacidad de tratar las enfermedades con medicamentos antibióticos. Ello se debe a que existe la posibilidad de “transferencia horizontal” de un gen de resistencia a antibiótico proveniente de un alimento transgénico a los microorganismos que normalmente se alojan en nuestra boca, estómago e intestinos; o a bacterias que ingerimos junto con los alimentos. Si estos microorganismos adquieren el gen de resistencia a antibióticos, sobrevivirán a una dosis oral de un medicamento antibiótico, lo que hará difícil el tratamiento de ciertas enfermedades.



- Sobreexpresión de genes.

Para insertar un transgén en el genoma de cualquier organismo es necesario que vaya acompañado de secuencias adicionales de ADN para dirigir la actividad de dicho transgén. Estas secuencias adicionales son conocidas como promotores y terminadores. El promotor más ampliamente usado es el promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor (promotor CaMV). ¿Existe la posibilidad de que el promotor CaMV escape del proceso normal de descomposición digestiva, penetre en una célula del organismo y se insertara en un cromosoma humano alterando la expresión de ciertos genes? Tendrían que producirse múltiples acontecimientos escalonados para que ocurriera algo así, pero ello no significa que se descarte la posibilidad.

3.7 Legislación: Regulación y Etiquetado

El protocolo de Nagoya entró en vigor el 29 de diciembre de 1993 y busca 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 recursos genéticos. Además, proporciona una base sólida para una mayor certeza y transparencia jurídicas tanto para los proveedores como para los usuarios de recursos genéticos¹¹.

El protocolo de Cartagena es un acuerdo ambiental multilateral que rige el movimiento de organismos vivos modificados a través de las fronteras internacionales. Coloca varios requerimientos sobre los países que lo han firmado y ratificado para asegurar la transferencia, manejo y uso seguro de los OGM internacionalmente. Además regula el movimiento transfronterizo por medio de un proceso de Acuerdo de Informe Avanzado (AIA) donde



debe haber permiso explícito de un país importador antes de que un OGM pueda ser exportado¹².

En cuanto al etiquetado existe el proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-001-SAG/BIO-2014, Especificaciones generales de etiquetado de OGMs que sean semillas o material vegetativo destinados a siembra, cultivo y producción agrícola. Establece el contenido de la etiqueta, los requisitos que debe cumplir y las leyendas que deben contener, por ejemplo: "SEMILLA GENÉTICAMENTE MODIFICADA" o en su caso, "MATERIAL VEGETAL PROPAGATIVO GENÉTICAMENTE MODIFICADO". Además menciona las precauciones y advertencias de bioseguridad, y en caso de liberación accidental a que dirección de correo reportar¹³.

Finalmente en el Reglamento de la LBOGM se establece que los permisos para actividades con OGMs se deben presentar ante la Secretaría competente, una vez aceptada la solicitud por escrito y en español se entregará una copia de la misma para la secretaria que emitirá dictamen u opinión y así determinar la liberación del permiso favorable o desfavorable según corresponda¹⁴.

Otro de los puntos que abarca dicho reglamento son los permisos de liberación de OGMs al ambiente, en el cual se menciona deben cumplirse una serie de características como la discriminación taxonómica del organismo receptor y donador de la construcción genética, identificar las zonas donde se pretende liberar el OGM, estudio de posibles riesgos con la información específica de las características fenotípicas del OGM, medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad y bioseguridad a llevarse a cabo. Se debe enviar el plan de monitoreo detallado, también se tienen que anexar los antecedentes de liberación del OGM en otros países, los efectos



de su liberación sobre la flora y fauna, la cantidad de OGM a liberar, etc. En caso de importación, la copia legalizada del documento oficial que acredita la liberación del OGM del país de origen¹⁴.

También se menciona que para la liberación comercial del OGM, entre los requisitos existentes se requiere del permiso de liberación experimental y el permiso de liberación del programa piloto, copia simple de cada uno, descripción de la zona de liberación; y en caso de importación, se requiere de la documentación legal autorizada del país de origen del OGM. Además, se establece que las resoluciones para los permisos de liberación experimentales de 6 meses y su vigencia es propuesta por el promovente y limitada por la SS conforme a las evidencias entregadas. Para el permiso de liberación piloto, la resolución es de tres meses y su vigencia aplica lo mismo que en el caso anterior, finalmente el permiso de liberación comercial tiene un tiempo de resolución de cuatro meses y su vigencia es indefinida¹⁴.

En caso de requerir permiso para obtención de OGMs se requiere someter una solicitud ante la SS, así como documentación adjunta para solicitar autorización del OGM, información del organismo receptor, donante, introducción del material genético, caracterización, sensibilidad y especificidad de la acción designada sobre los productos de expresión de los transgenes insertados, métodos de detección e identificación de OGMs y estudios de toxicidad¹⁴.

Otro de los apartados de LBOGM habla acerca de la reconsideración de las resoluciones negativas de alguno de los permisos mencionados, y en este caso se puede someter una carta argumentando que la solicitud se apegó a los supuestos previstos del artículo 67 de la ley, y otros de los temas que trata son:



- El procedimiento para revisión de permisos y autorizaciones.
- Importación y exportación de OGMs destinados liberación al medio ambiente.
- Funciones de Comisiones internas de Bioseguridad y de Comités Técnicos Científicos.
- Centros de origen y diversidad genética que son zonas restringidas para liberación de OGMs.
- Funciones del Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad (SNIB).
- Listas de OGMs publicadas en conjunto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Salud (SS) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Inspección vigilancia, medidas de seguridad, infracciones y sanciones.
- Protección especial del maíz en dicho apartado. Es importante mencionar que la SAGARPA y la SEMARNAT promueven la conservación *in situ* de razas y variedades de maíces criollos.

El procedimiento para la evaluación de solicitudes de permisos de liberación al ambiente de OGM inicia con la presentación de la solicitud por parte de las empresas desarrolladoras o centros de investigación ante SAGARPA, quien admite la solicitud y la envía al Registro Nacional de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de la CIBIOGEM; posteriormente se realiza la consulta pública donde participa la ciudadanía y los gobiernos estatales y municipales con una opinión técnica y científicamente sustentada, donde se pretenda realizar la liberación del OGM, asimismo se solicita dictamen a la SEMARNAT sobre el impacto y riesgo ambiental. La SEMARNAT a su vez solicita opinión a la CONABIO (Comisión Nacional



para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), al INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) y a la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) para emitir una opinión. El dictamen es reportado a la SAGARPA, y en caso de que ésta emita un dictamen positivo se expide el permiso de liberación, o bien no se expide el permiso de liberación si el dictamen es negativo. La ley contempla un plazo de seis meses para el procedimiento de evaluación de permisos para liberaciones experimentales, tres meses para liberaciones piloto y cuatro meses para liberaciones comerciales¹⁵.

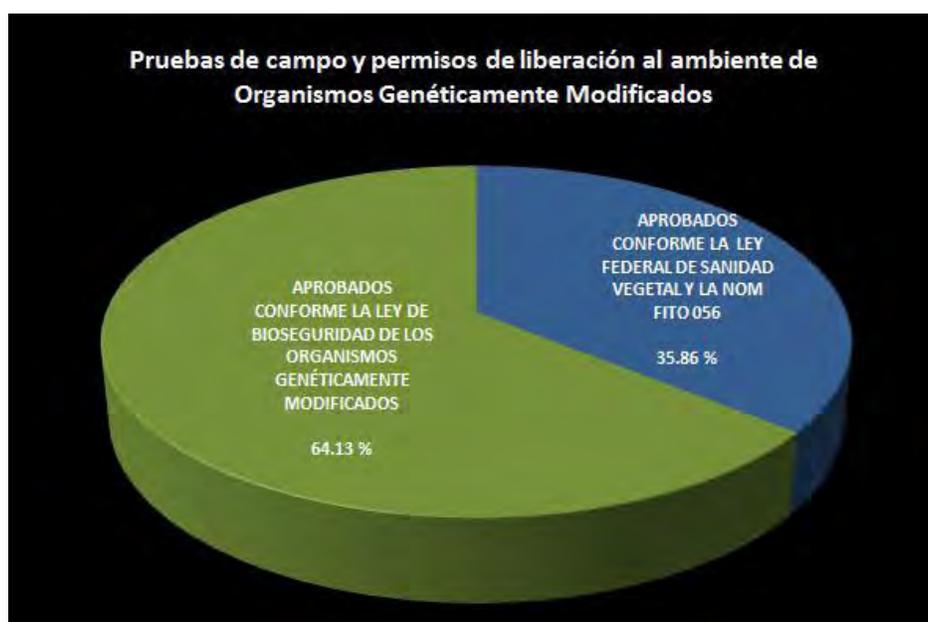
Conforme a lo reportado por SNIB en la página web de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) en la gráfica 3 se muestran las pruebas de campo de OGM (de 1988 al 2005) aprobadas conforme la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV) y los permisos de liberación de OGM al ambiente (del 2005 al 2015) aprobados conforme la LBOGM, en la gráfica 4 se muestra el resumen del número de autorizaciones de OGM emitidas por COFEPRIS desde 1995 a 2015 (con la información actualizada hasta el 30 de abril de 2017), en la gráfica 5 se muestran las autorizaciones emitidas por COFEPRIS por cultivo desde 1995 a 2015 (con la información actualizada hasta el 30 de abril de 2017), en la gráfica 6 se muestran las liberaciones al medio ambiente de los OGMs conforme a la LFSV por cultivo desde 1988 a 2005, y por último en la gráfica 7 se muestran los permisos de liberación al medio ambiente de OGMs conforme la LBOGM, por cultivo de 2005 a 2015¹⁴.

Finalmente, en el marco regulatorio internacional de los cultivos genéticamente modificados, en Estados Unidos la regulación de los cultivos GM es compartido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) y el Departamento de



Agricultura de Estados Unidos (USDA) que en conjunto alimentos desarrollados por vía biotecnológica los regulan de la misma forma que un producto fabricado de manera convencional; en la Unión Europea de la regulación de los alimentos transgénicos se encargan las entidades directivas, la Comisión Europea (CE), el Parlamento Europeo (PE), el Consejo de Ministros y los Estados Miembro que en conjunto se basan del “principio precautorio” y en la evaluación del riesgo ambiental “caso por caso”; en China el marco legal para los cultivos GM se basa en la Ley de Protección Ambiental, leyes para bioseguridad agrícola de OGM, reglamentos relativos a bioseguridad, seguridad de los alimentos modificados genéticamente y estándares técnicos para la bioseguridad de cultivos GM; en Latinoamérica el 85% de los países son parte del Protocolo de Cartagena y el 79% han desarrollado marcos legales de bioseguridad como la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) que en México regula la liberación de los cultivos GM¹⁵.

CIBIOGEM. (2015). Pruebas de campo aprobadas de 1988 a 2005 y permisos de liberación al ambiente de 2005 a 2015. [Gráfica 3]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/estadisticas-comparativo-pruebas-de-campo-y-permisos>



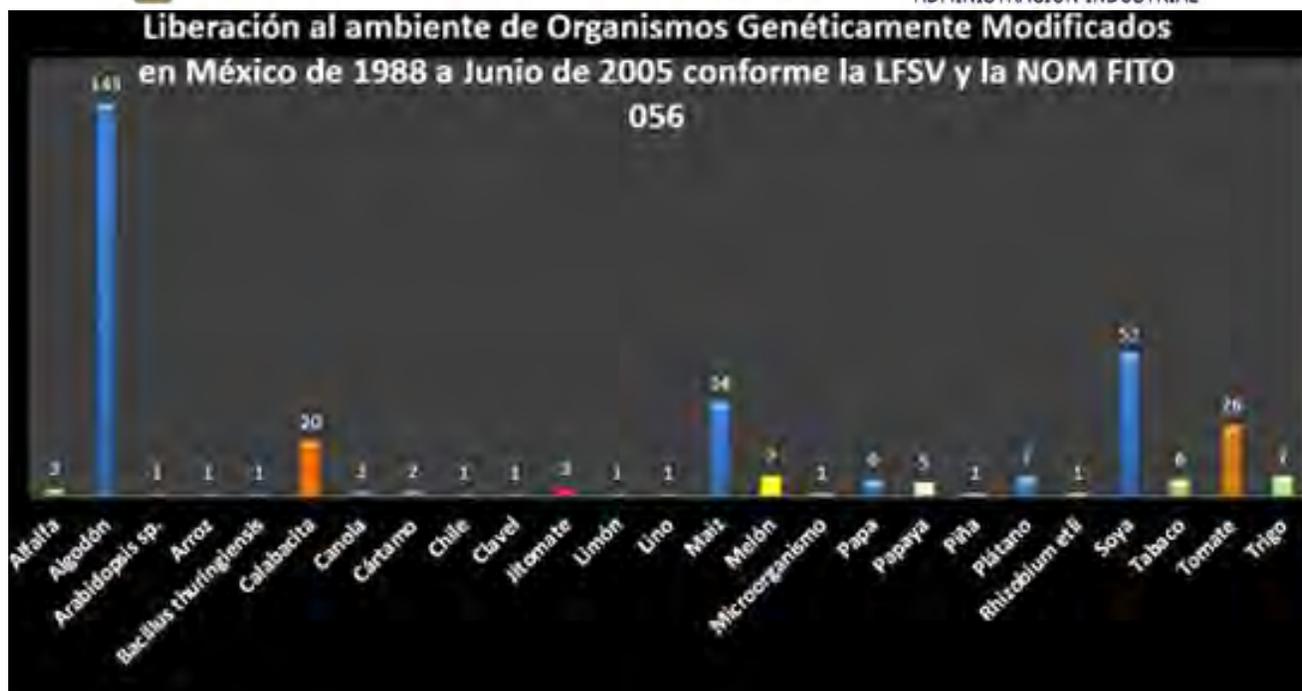


CIBIOGEM. (2017). Número de autorizaciones de OGMs emitidas por COFEPRIS desde 1995 a 2015. [Gráfica 4]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/resumen-autorizaciones-emitidas>.

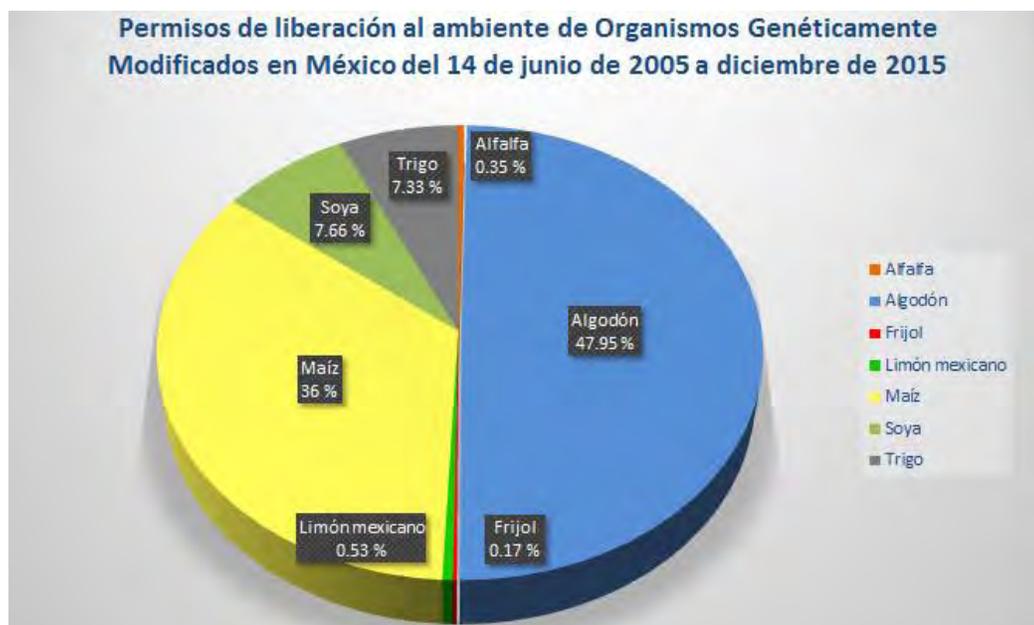


CIBIOGEM. (2017). Eventos de OGMs autorizados por cultivo. [Gráfica 5]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/autorizaciones-emitidas-organismo>.





CIBIOGEM. (2017). Liberación al ambiente de OGMs conforme a la LFSV. [Gráfica 6]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/liberaciones-al-ambiente-por-cultivo-durante-este-periodo>.



CIBIOGEM. (2015). Permisos de liberación al ambiente de OGMs conforme a la LBOGMs. [Gráfica 7]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/permisos-por-cultivo-durante-este-periodo>



IV. JUSTIFICACIÓN

Debido a la sobrepoblación y al pronóstico de habitantes para el 2025 el aumento de alimento será uno de los problemas que surgirán en un futuro próximo, derivado de este hecho han desarrollado los cultivos genéticamente modificados (GM) y algunos se están cultivando ahora en muchas partes del mundo, además se promovió la creación del marco legal para permitir su manejo seguro y responsable para un aprovechamiento sustentable de los mismos. Es por esta razón que es importante conocer que está realizando la Secretaria Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) antes de liberar dichos productos y la COFEPRIS para aprobar la comercialización y, por tanto, el consumo de alimentos transgénicos en México. También es importante conocer qué opina y qué sabe la población acerca del tema de los alimentos transgénicos.

En México se elaboró, durante más de 10 años de discusión y aportes de los distintos actores involucrados, entre los que se encuentran legisladores y servidores públicos (federales y locales), así como representantes de la academia, de la sociedad civil organizada y de la cadena agroindustrial, uno de los marcos regulatorios más rigurosos a nivel mundial para poder incorporar estas tecnologías innovadoras a la producción agropecuaria nacional¹⁶.

El marco legal se conforma de cuatro instrumentos básicos¹⁶:

1. Protocolo de Bioseguridad (o Protocolo de Cartagena).
2. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM).
3. Reglamento de la ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (RLBOGM).
4. Régimen de Protección Especial del Maíz.



Partiendo del marco legal existente se eligió entrevistar a personal del SENASICA para analizar cuál es el estatus y la perspectiva a futuro con respecto a la parte regulatoria que actualmente se está aplicando en México con respecto a la comercialización y consumo de transgénicos.

Por otra parte, si bien es cierto que existe este marco regulatorio también se deben conocer los criterios que consideran las organizaciones ambientalistas como Greenpeace, la cual se opone a la liberación de transgénicos al medio ambiente, por lo tanto, se realizará una investigación acerca de los argumentos de la organización para poder comparar ambas versiones.

El sembrar semillas transgénicas constituye una excelente oportunidad para incrementar el mercado de otros agroquímicos; y si se llega a imponer el uso de las biotecnologías como base de la agricultura mundial, la seguridad en términos de disponibilidad de alimentos caerá en muy pocas manos, por lo tanto, se eligió realizar la investigación documental, y con base en esta, poder discutir sobre el tema en las entrevistas con personal especializado y no solo quedarse con la teoría.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 2009, la población mundial era de 6.800 millones, y para 2025, la oficina de referencia de la población espera que aumente a 8.100 millones. Para el año 2050, se prevé que la población se establezca en algo más de 9 BN conforme a lo publicado por el Consejo de Población de las Naciones Unidas, 2003. Por lo tanto, en los próximos 40 años, es probable que la población mundial crezca en un 37% más. La FAO en el 2009 estimó que 1.020 millones de personas estaban desnutridas en todo el mundo en 2009. Paradójicamente, un número casi igual sufre obesidad con el potencial de diabetes asociada y enfermedad metabólica. Con una población mundial en aumento, el deseo de desarrollo económico y la



creciente urbanización, la demanda mundial de alimentos continuará creciendo. Al mismo tiempo, el cambio climático está generando incertidumbre en la producción, y la dependencia de los combustibles fósiles en los sistemas de producción de alimentos es cada vez más preocupante¹⁷.

VI. OBJETIVO GENERAL

Conocer lo que el público opina sobre el consumo de alimentos transgénicos mediante un sondeo, y comparar las conclusiones generadas con las obtenidas de la información recabada de entrevistas realizadas a personas especialistas en el tema.

6.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer qué opina una parte de la sociedad con respecto al consumo de alimentos transgénicos.
- Comparar los puntos de vista de personas especializadas en el tema y las bases y experiencias con las que defienden su postura, ya sea en contra o a favor del consumo de alimentos transgénicos, y así poder generar mi propio criterio con respecto al tema.
- Explicar y discutir las entrevistas realizadas a personas conocedoras del tema de los alimentos transgénicos de la Facultad de Química del departamento de Biotecnología de la UNAM, en la parte regulatoria de la SENASICA y la COFEPRIS, y concluir cuál es la situación actual que se vive con respecto al consumo de alimentos transgénicos.

VII. HIPÓTESIS

Conociendo que son los alimentos transgénicos, la regulación aplicable, los riesgos y beneficios que implica su consumo; entonces los mexicanos serán



capaces de cambiar el paradigma emergente que tiene la sociedad acerca del papel de los alimentos transgénicos, su relación con el cáncer y/o problemas en el medio ambiente.

VIII. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación permitió arrojar información de fuentes confiables con respecto al consumo de alimentos transgénicos en México, debido a que se realizaron entrevistas a personas especializadas en el tema de “Alimentos Transgénicos” de la Facultad de Química del departamento de Biotecnología de la UNAM, de la SENASICA y de la COFEPRIS, para recabar información de la situación real y actual que se está viviendo en México con respecto al consumo de alimentos transgénicos, por lo tanto, para poder discutir y formular las preguntas que se realizaron a dichas personas se realizó una investigación documental de páginas de internet, artículos de revistas, leyes y normas encontrando en particular el artículo *Perceptions and attitudes of the Mexican urban population towards genetically modified organisms*¹⁸, el cual se consideró como base para formular la encuesta que se aplicó a la comunidad acerca del consumo de alimentos transgénicos, además se participó en la Jornada de Divulgación de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato en el tema de Plantas Transgénicas y Biotecnología hacia un futuro sostenible¹⁹, en la cual se dio a conocer información referente al consumo de los alimentos transgénicos y es parte de la discusión del presente trabajo de investigación.

La selección del tamaño de muestra fue probabilística debido a que se analizaran variables (sexo, edad y nivel de estudios) en la población, de manera que las unidades o elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población, así las mediciones en el subconjunto nos darán estimados precisos del conjunto mayor.



Para realizar el cálculo del tamaño de muestra de las encuestas que se realizaron se consideraron las siguientes características para delimitar dicha muestra:

- Muestra (prototipo redes sociales facebook y por escrito).
- Personas mayores de 20 años (población INEGI 2015²⁰: 8918653 Habitantes de la Ciudad de México)
- Nivel de error que suele fijarse en investigación en ciencias sociales es 5%.
- Porcentaje estimado de la muestra debido a que no se conocen marcos ni muestreo previo será de 50%, ya que seleccionamos por vez primera una muestra en una población.

Para realizar los cálculos se utilizó la calculadora del Departamento de Sistemas Integrales Informáticos de la Facultad de Medicina Universidad Nacional el Nordeste de la siguiente página web²¹.

<http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>

Una vez concluidas las encuestas se realizó el análisis estadístico correspondiente, se analizarán los resultados y se responderán las siguientes preguntas: ¿El rechazo de los mexicanos al consumo de alimentos transgénicos es solo un paradigma? ¿La gente conoce que es un alimento transgénico? ¿La gente está informada acerca de los alimentos transgénicos? ¿Por qué no ha existido una actualización de la regulación en transgénicos? ¿Cuál es el plan al respecto? ¿Cuáles son los fundamentos de las personas que están a favor del consumo de alimentos transgénicos? ¿Cuáles son los fundamentos de las personas que están en contra del consumo de alimentos transgénicos?



IX. RESULTADOS

Cálculo del tamaño de muestra para realizar las encuestas a la comunidad:

CALCULADORA PARA OBTENER EL TAMAÑO DE UNA MUESTRA		
¿Qué porcentaje de error quiere aceptar? 5% es lo más común	<input type="text" value="5"/> %	Es el monto de error que usted puede tolerar. Una manera de verlo es pensar en las encuestas de opinión, este porcentaje se refiere al margen de error que el resultado que obtenga debería tener, mientras más bajo por cierto es mejor y más exacto.
¿Qué nivel de confianza desea? Las elecciones comunes son 90%, 95%, o 99%	<input type="text" value="95"/> %	El nivel de confianza es el monto de incertidumbre que usted está dispuesto a tolerar. Por lo tanto mientras mayor sea el nivel de certeza más alto deberá ser este número, por ejemplo 99%, y por tanto más alta será la muestra requerida
¿Cual es el tamaño de la población? Si no lo sabe use 20.000	<input type="text" value="8918653"/>	¿Cual es la población a la que desea testear? El tamaño de la muestra no se altera significativamente para poblaciones mayores de 20,000.
¿Cual es la distribución de las respuestas ? La elección más conservadora es 50%	<input type="text" value="50"/> %	Este es un término estadístico un poco más sofisticado, si no lo conoce use siempre 50% que es el que provee una muestra más exacta.
La muestra recomendada es de	385	Este es el monto mínimo de personas a testear para obtener una muestra con el nivel de confianza deseada y el nivel de error deseado. Abajo se entregan escenarios alternativos para su comparación

De los investigadores del Instituto de Biotecnología de la UNAM, se asistió a la Conferencia del Doctor Francisco Bolívar Zapata: “Organismos transgénicos, sus grandes beneficios y la ausencia de daño”

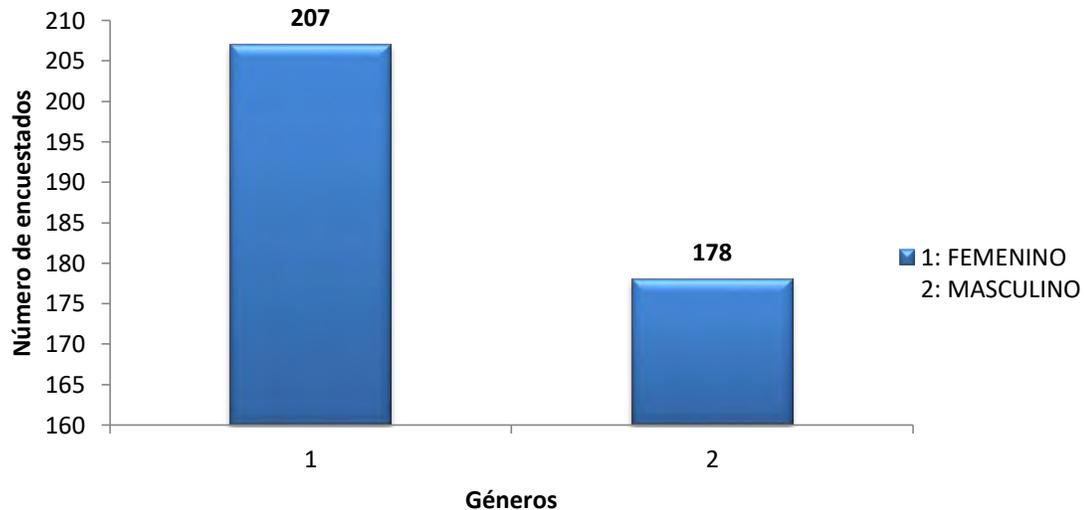
De la Facultad de Química de la UNAM se entrevistaron a 7 investigadores dedicados a la investigación de genética y alimentos transgénicos y al profesor de operaciones y método del caso.

- Maricarmen Quirasco Baruch
- José Guillermo de Jesús Aguilar Osorio
- Amelia Farrés González Sarabia
- María Amanda Gálvez Mariscal
- María del Carmen Wachter Rodarte
- Francisco Javier Plasencia de la Parra
- Francisco Ruiz Terán
- Héctor López Hernández



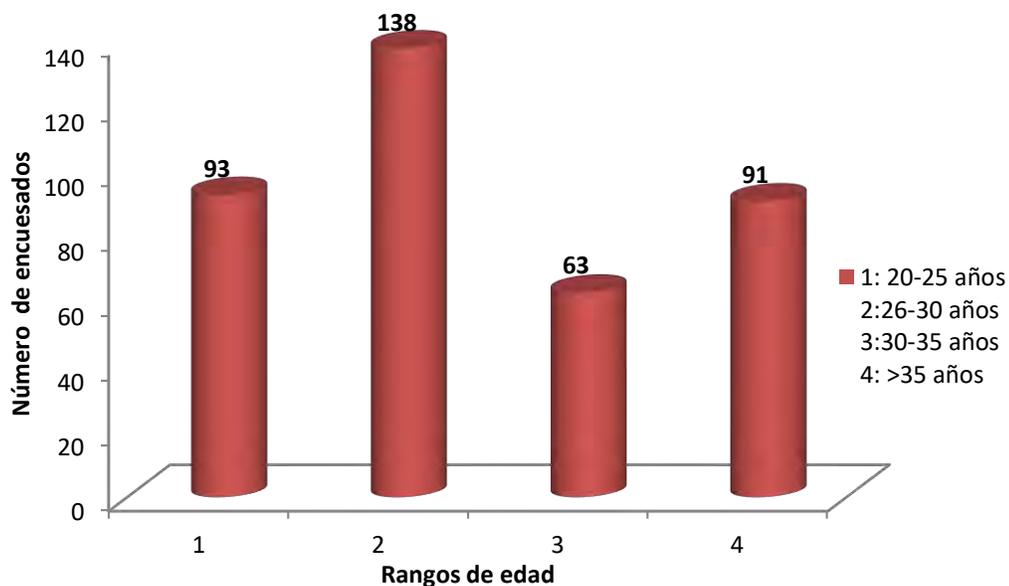
Resultados de las encuestas²² realizadas a los habitantes de la Ciudad de México:

Género de los encuestados



K. Córdova. (2018). Género de los encuestados. [Gráfica 8]. Elaboración propia.

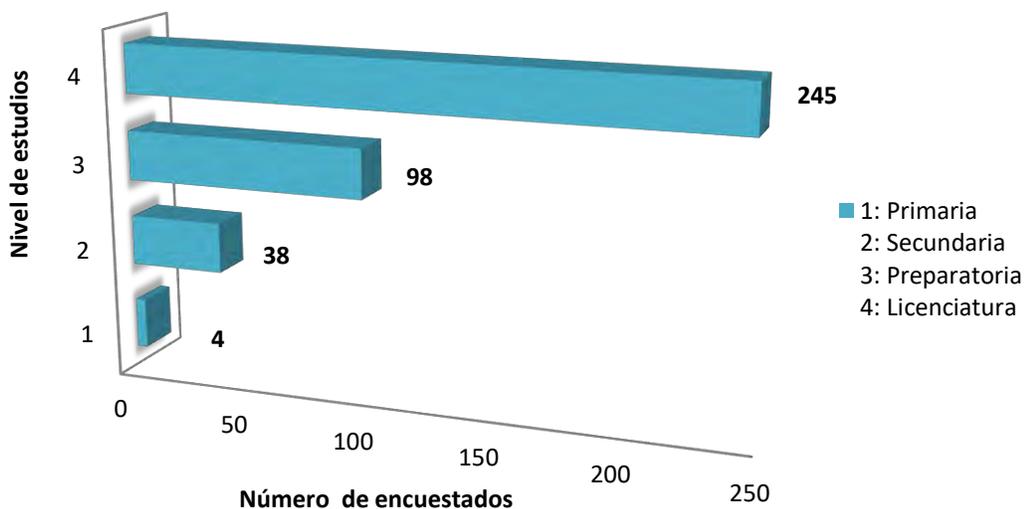
Rangos de edad de los encuestados



K. Córdova. (2018). Rangos de edad de los encuestados. [Gráfica 9]. Elaboración propia.

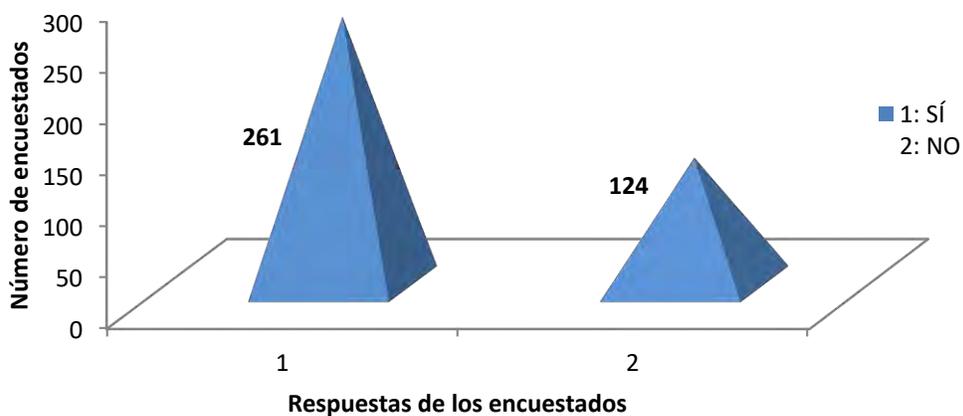


Niveles de estudio de los encuestados



K. Córdova. (2018). Nivel de estudios de los encuestados. [Gráfica 10]. Elaboración propia.

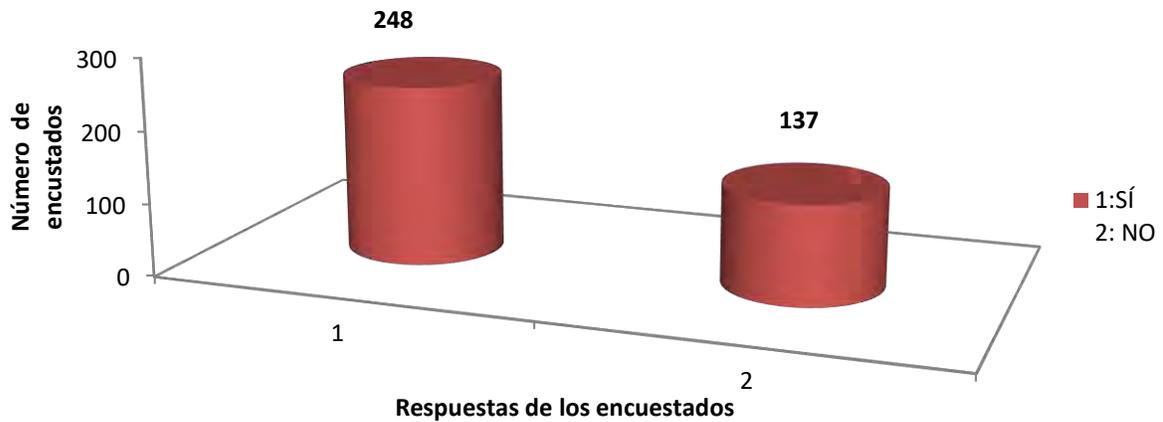
1. ¿Sabe qué son los organismos genéticamente modificados o los transgénicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 1 del cuestionario aplicado. [Gráfica 11]. Elaboración propia.

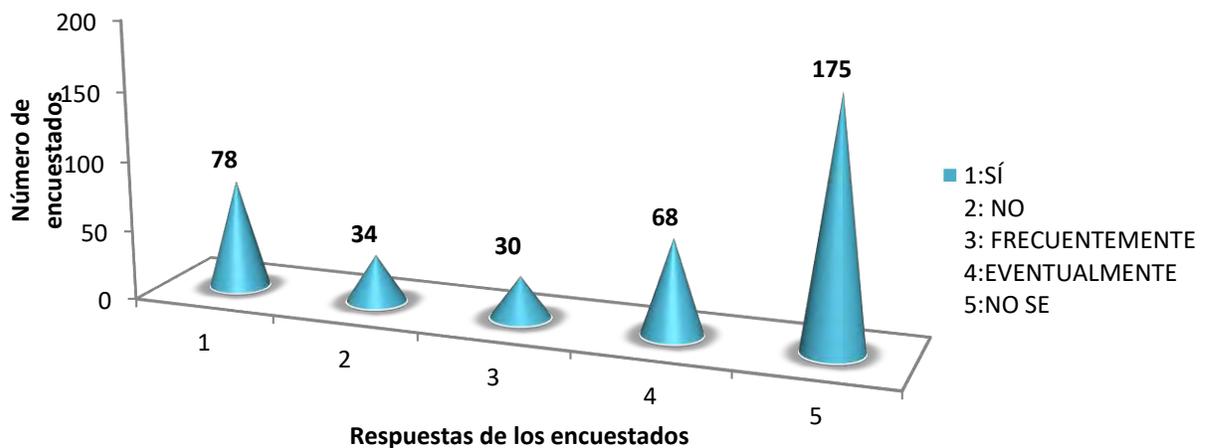


2. ¿Conoce qué y cuales son los alimentos transgénicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 2 del cuestionario aplicado. [Gráfica 12]. Elaboración propia.

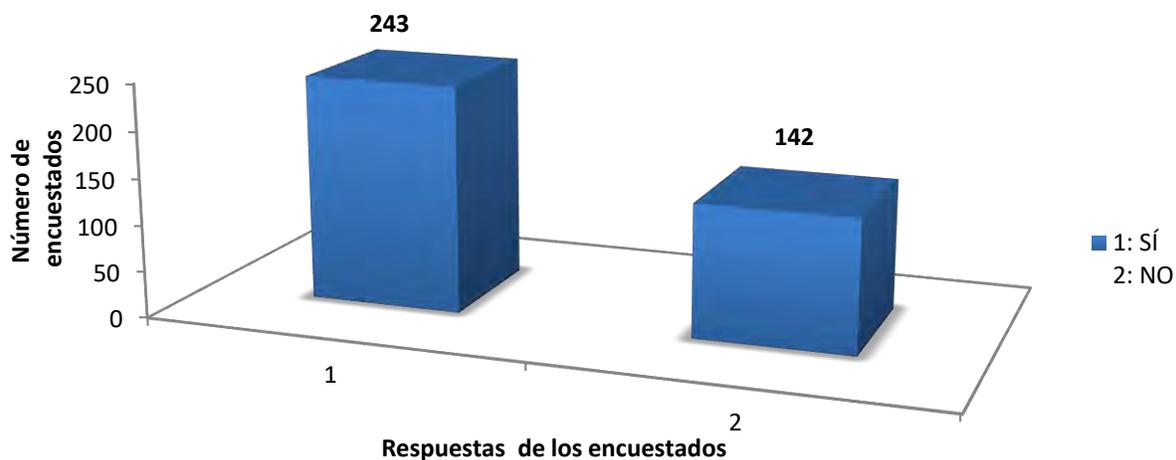
3. ¿Consume alimentos transgénicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 3 del cuestionario aplicado. [Gráfica 13]. Elaboración propia.

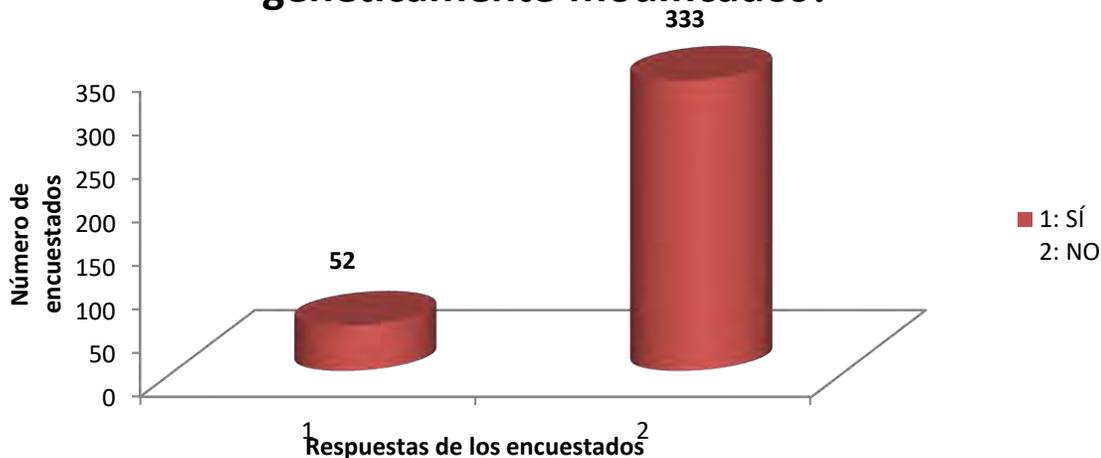


4. ¿Sabía usted que algunos cultivos pueden volverse resistentes a ciertas plagas por modificación genética?



K. Córdova. (2018). Pregunta 4 del cuestionario aplicado. [Gráfica 14]. Elaboración propia.

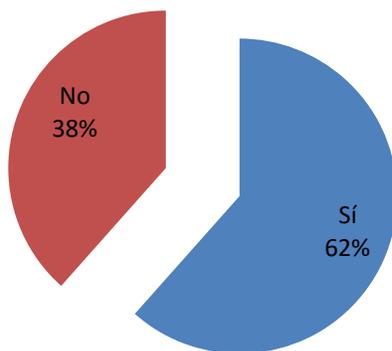
5. ¿Conoce leyes o normas que regulan la producción y el consumo de productos genéticamente modificados?



K. Córdova. (2018). Pregunta 5 del cuestionario aplicado. [Gráfica 15]. Elaboración propia.



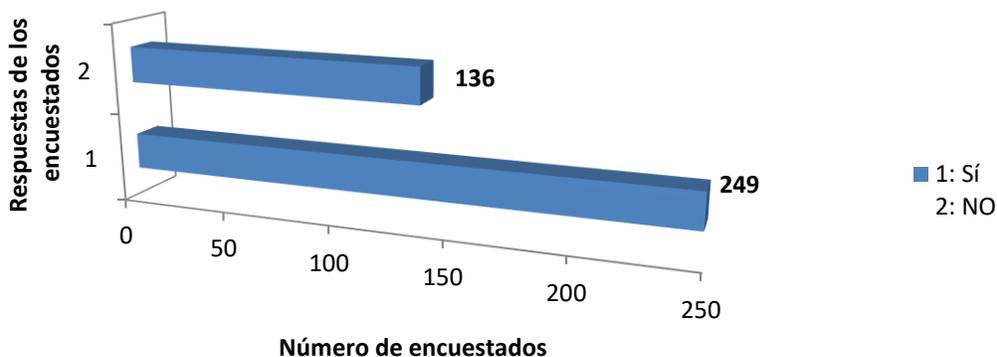
6. ¿Confía en los científicos de México que trabajan en universidades y están modificando genéticamente las plantas y los animales para el consumo humano?



Respuestas de los encuestados

K. Córdova. (2018). Pregunta 6 del cuestionario aplicado. [Gráfica 16]. Elaboración propia.

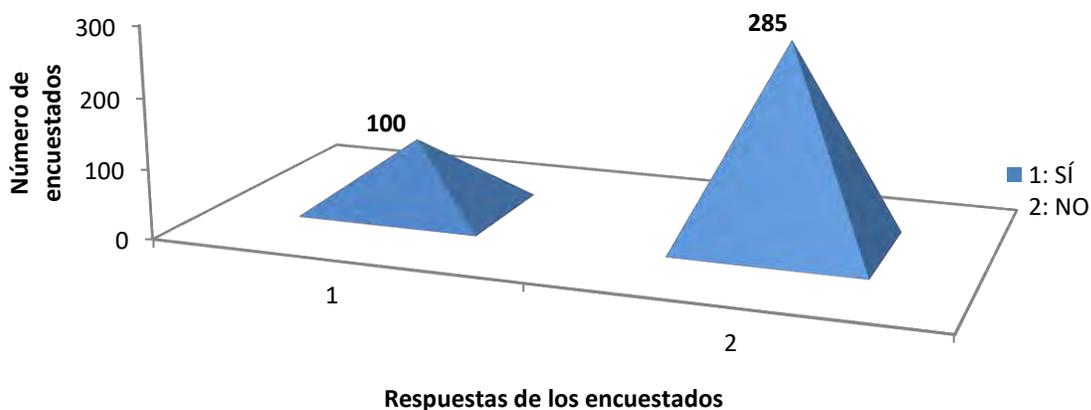
7. ¿Confía en los agricultores que utilizan semillas genéticamente modificadas para aumentar la generación de productos alimenticios?



K. Córdova. (2018). Pregunta 7 del cuestionario aplicado. [Gráfica 17]. Elaboración propia.

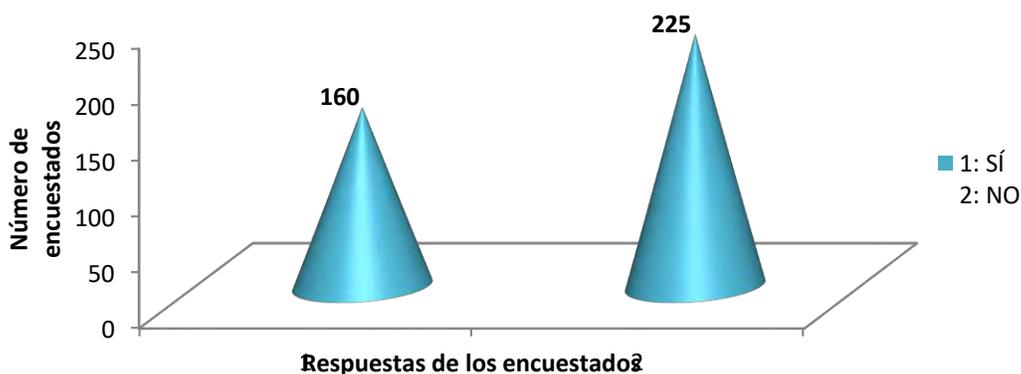


8. ¿Cree que los alimentos transgénicos ayudan a mejorar la nutrición de los mexicanos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 8 del cuestionario aplicado. [Gráfica 18]. Elaboración propia.

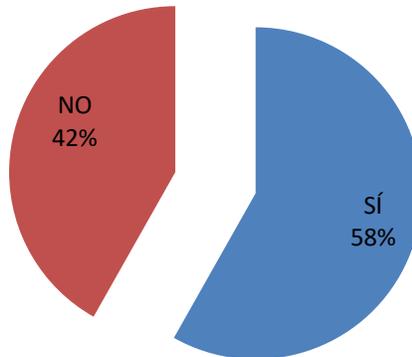
9. ¿Cree usted que el consumo de alimentos transgénicos pueda mejorar la economía mexicana?



K. Córdova. (2018). Pregunta 9 del cuestionario aplicado. [Gráfica 19]. Elaboración propia.



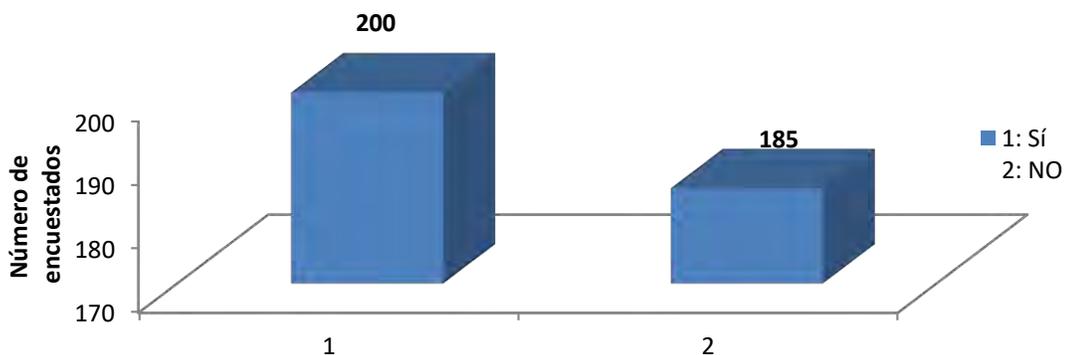
10. ¿Cree usted que si se utilizan semillas genéticamente modificadas se podría aumentar la producción de cultivos en México y así combatir el problema del hambre en el país?



Respuestas de los encuestados

K. Córdova. (2018). Pregunta 10 del cuestionario aplicado. [Gráfica 20]. Elaboración propia.

11. ¿Cree usted que el consumo de alimentos transgénicos es un riesgo para la salud de los mexicanos?

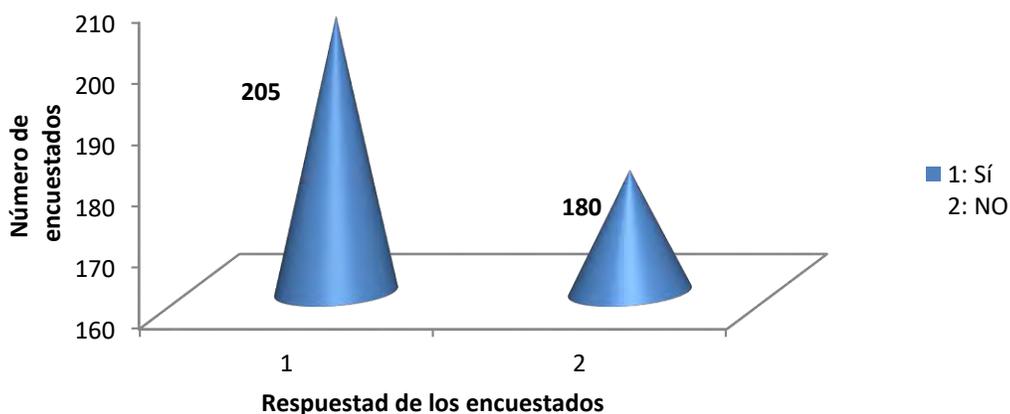


Respuestas de los encuestados

K. Córdova. (2018). Pregunta 11 del cuestionario aplicado. [Gráfica 21]. Elaboración propia.

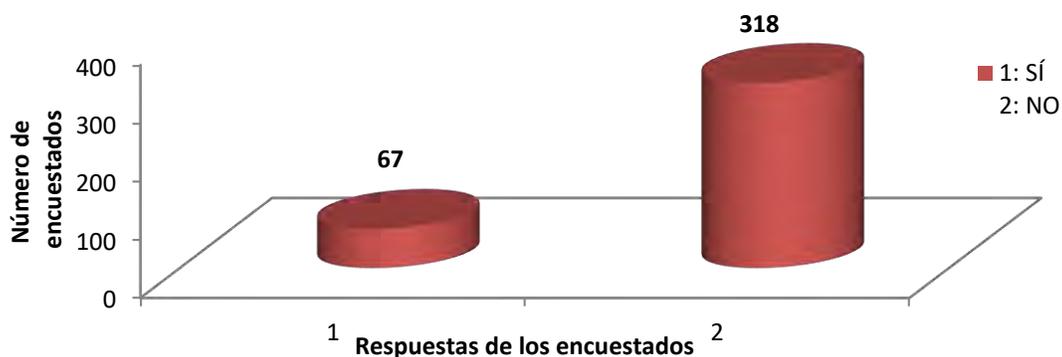


12. ¿Cree usted que el cultivo de alimentos transgénicos ocasionará graves daños ambientales en México?



K. Córdova. (2018). Pregunta 12 del cuestionario aplicado. [Gráfica 22]. Elaboración propia.

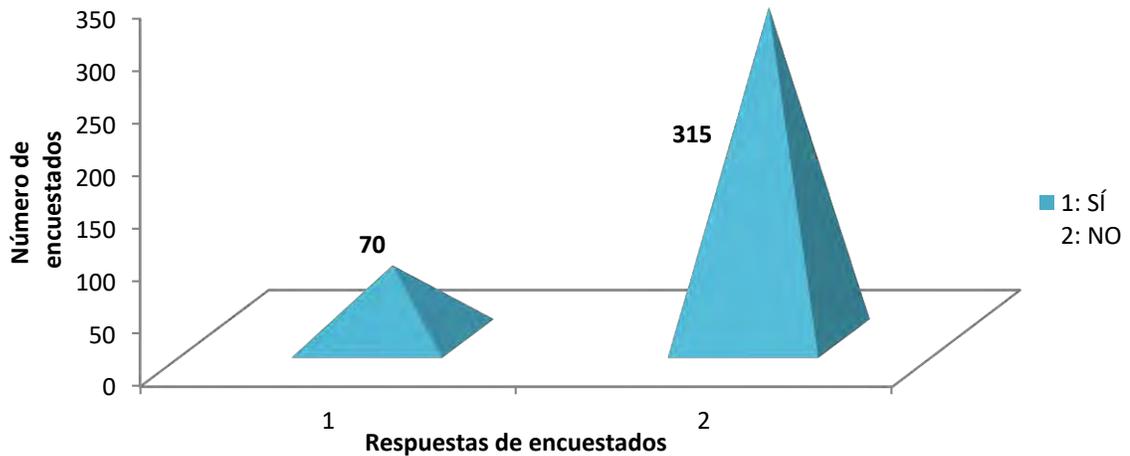
13. ¿Usted cree que los alimentos transgénicos tienen un mayor contenido nutricional que los productos orgánicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 13 del cuestionario aplicado. [Gráfica 23]. Elaboración propia.

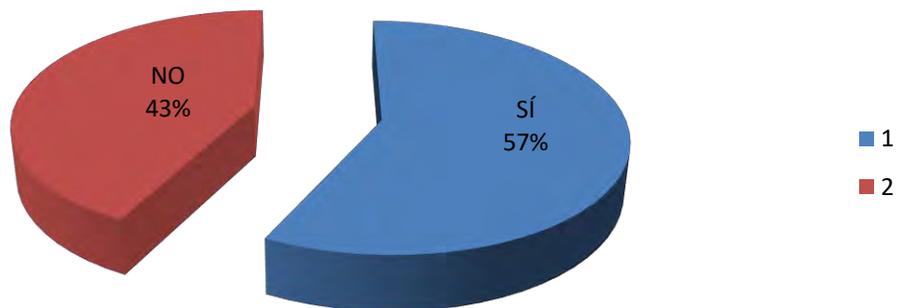


14. ¿Cree usted que el consumo de alimentos transgénicos aumentará la esperanza de vida en México?



K. Córdova. (2018). Pregunta 14 del cuestionario aplicado. [Gráfica 24]. Elaboración propia.

15. ¿Tiene el hábito de leer las etiquetas de los productos que consume antes de comprarlos?

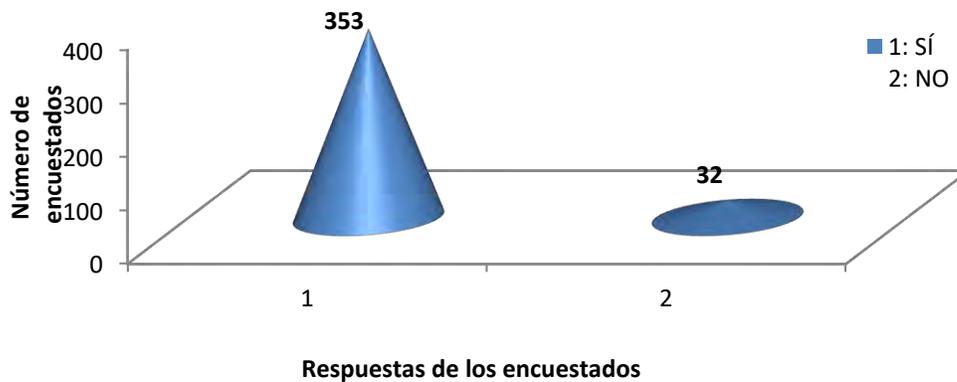


Respuestas de los encuestados

K. Córdova. (2018). Pregunta 15 del cuestionario aplicado. [Gráfica 25]. Elaboración propia.

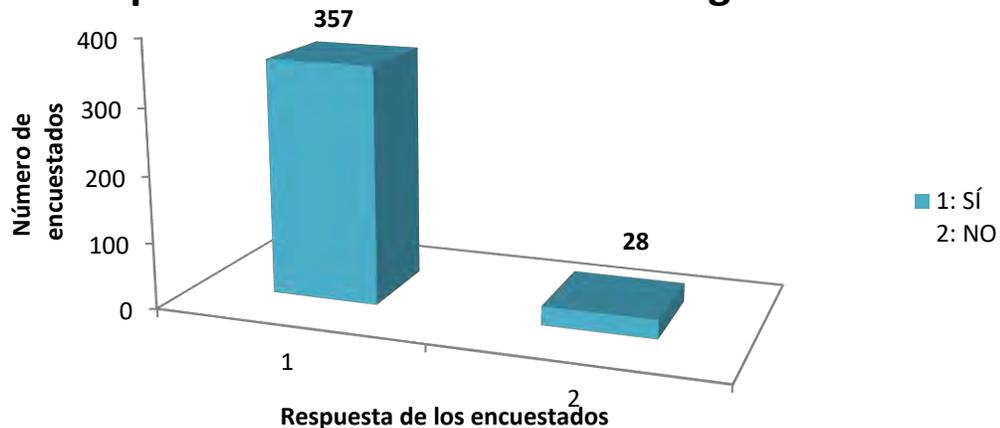


16. ¿Cree usted que los alimentos transgénicos deben etiquetarse indicando que contienen ingredientes modificados genéticamente?



K. Córdova. (2018). Pregunta 16 del cuestionario aplicado. [Gráfica 26]. Elaboración propia.

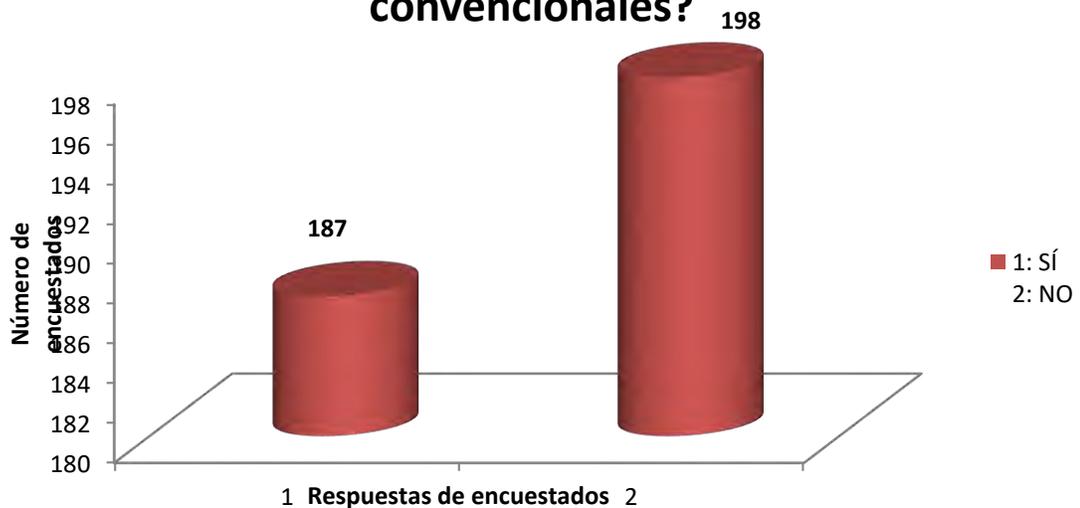
17. ¿Cree usted que el gobierno mexicano debería crear normas para regular el etiquetado de los alimentos transgénicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 17 del cuestionario aplicado. [Gráfica 27]. Elaboración propia.

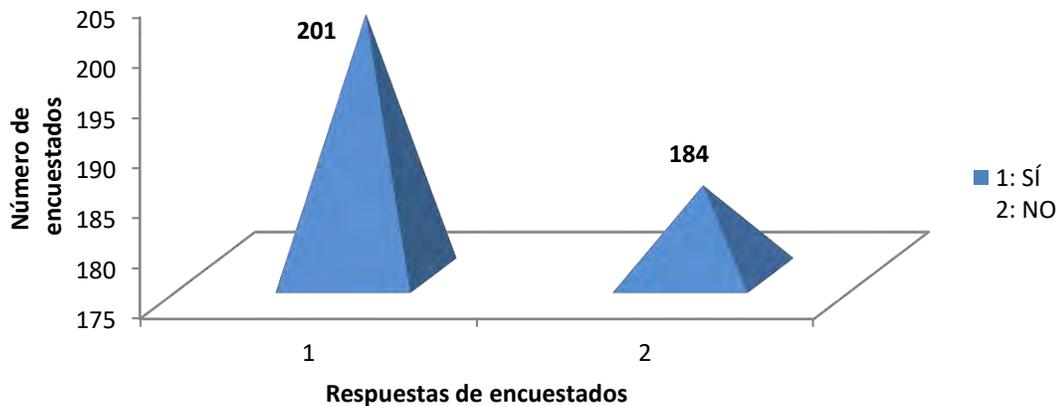


18. ¿Compraría productos transgénicos si contienen menos grasa que los productos convencionales?



K. Córdova. (2018). Pregunta 18 del cuestionario aplicado. [Gráfica 28]. Elaboración propia.

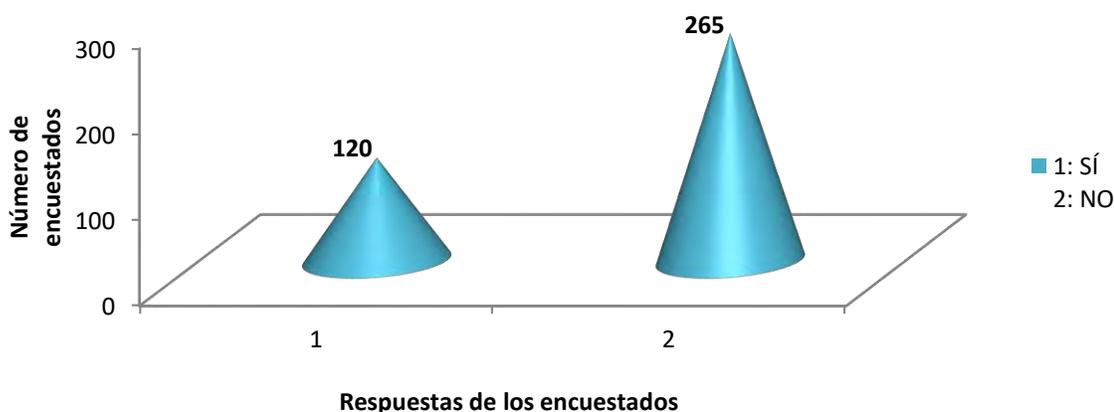
19. ¿Compraría alimentos transgénicos si fueran más baratos que los productos orgánicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 19 del cuestionario aplicado. [Gráfica 29]. Elaboración propia.

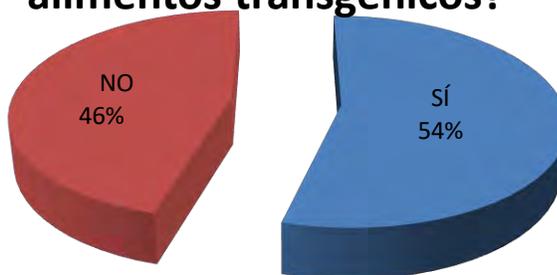


20. ¿Compraría alimentos transgénicos si su precio es igual al precio de los alimentos orgánicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 20 del cuestionario aplicado. [Gráfica 30]. Elaboración propia.

21. ¿Está usted de acuerdo en que el gobierno mexicano permita la producción y el consumo de alimentos transgénicos?

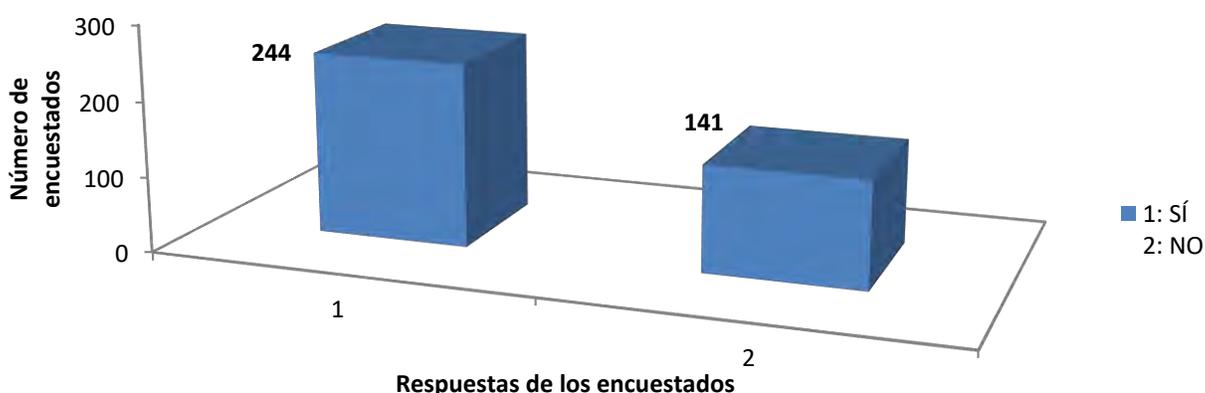


Respuestas de los encuestados

K. Córdova. (2018). Pregunta 21 del cuestionario aplicado. [Gráfica 31]. Elaboración propia.



22. ¿Está usted de acuerdo en que el gobierno mexicano proporcione financiamiento a institutos públicos de investigación para el desarrollo de alimentos transgénicos?



K. Córdova. (2018). Pregunta 22 del cuestionario aplicado. [Gráfica 32]. Elaboración propia.

X. DISCUSIÓN

Discusión de temas tratados en conferencia de Plantas Transgénicas y Biotecnología hacia un futuro sustentable.

En la conferencia de Plantas Transgénicas y Biotecnología hacia un futuro sustentable, el Dr. Luis Rafael Herrera Estrella, dijo “Se colocan genes para expresar en la planta y transferir alguna característica como la resistencia a algún insecto”¹⁹, lo cual considero muy importante porque esto puede evitar la pérdida de algún cultivo por alguna plaga.



Además, él Dr. Luis Herrera comentó los siguientes hechos¹⁹: Para que un producto transgénico salga al mercado debe pasar muchos análisis toxicológicos, no causar alergias, y ser aprobado por la agencia del gobierno de E.U.A la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) mientras que cuando los agrónomos sacan al mercado un tomate que ha dejado de producir sus pigmentos de forma natural, lo cual convierte a dicho tomate en un mutante natural no se juzgan los cambios ni se investiga porqué ocurrieron y, sin embargo, sin problemas es comercializado y consumido por la comunidad. Consideró que este es un ejemplo muy claro de que los alimentos transgénicos seguramente se han consumido por la comunidad inconscientemente, ya que estos productos no solamente se producen por empresas dedicadas a ingeniería genética si no que la misma naturaleza está implicada en la formación de manera natural de dichos alimentos transgénicos, y estos, a diferencia de los producidos por las empresas, no son estudiados para corroborar que no haya algún riesgo que afecte a la salud cuando es consumido el alimento.

Por otra parte, hace referencia a que solamente existe el artículo Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize, del autor Seralini, en el cual se decía que las ratas que consumían maíz transgénico generaban tumores cancerosos, sin embargo, más tarde fue retirado de la revista porque sus resultados no eran concluyentes. Además, comenta que hay alrededor de 2000 publicaciones de alimentos transgénicos, las cuales realizan ensayos en animales y no hay evidencia de que causa algún daño por su consumo. Por otra parte, existen más de 100 Premios Nobel, que aprueban el consumo de alimentos transgénicos¹⁹. Por lo tanto, no podemos concluir que los alimentos transgénicos son dañinos tan solo por lo que dice un artículo, y menos si dicho artículo fue retirado de la revista porque sus resultados no fueron concluyentes.



Otro acontecimiento que vale la pena mencionar es el caso de la papaya hawaiana, la cual es transgénica y autorizada para su comercialización. Fue desarrollada en Estados Unidos, para resistir al virus de las manchas anilladas llamado Ringspot virus¹⁹. Lo interesante es que ya tiene 20 años que se ha estado consumiendo en Hawaii y no hay registro de algún daño a la salud a causa del consumo de este alimento transgénico.

Otra de las evidencias que menciona el Dr. Luis Herrera, es la secuenciación del genoma del camote de varios tipos silvestres, el cual demostró que la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* la cual se usa actualmente para realizar ingeniería genética, participó en la transformación del camote ocasionando que crezca más grande de manera natural desde hace 8000 años¹⁹, lo cual quiere decir que desde ese entonces se está consumiendo dicho alimento transgénico por la población y no hay algún solo caso de daño ocasionado a la salud del ser humano por su consumo.

Otro de los ponentes que estuvo en la conferencia de “Plantas Transgénicas y Biotecnología hacia un futuro sustentable” fue el Dr. Ariel Álvarez Morales, quien habló de los primeros productos biotecnológicos creados a partir de células humanas de las que se obtiene un gen y se inserta a una bacteria por medio de un vehículo de clonación para reproducirlo, proceso que se llevó a cabo para la producción de somastatina y de insulina, dos hormonas que fueron creadas a través de ingeniería genética dentro de bacterias o levaduras¹⁹. Este hecho es una evidencia más de que el objetivo de la ingeniería genética ya sea para la producción de alimentos transgénicos o medicamentos transgénicos es la preservación y prolongación de la salud, por ejemplo dichas hormonas que fueron creadas a través de un método de ingeniería genética, ayudan a controlar la diabetes, una de las enfermedades que se presenta con alta frecuencia principalmente en los mexicanos.



Otro de los temas que mencionó el Dr. Álvarez, es acerca de los metaanálisis, los cuales, referentes a alimentos transgénicos, concluyen que no hay evidencia de daño a la salud. Además comenta que la Unión Europea ha publicado 10 años de investigación de OGMs derivados de estudios analizados y concluyen que estos productos son tan seguros como un producto que se comercializa convencionalmente¹⁹.

Finalmente, el Dr. Ariel Álvarez Morales, concluye que el problema del consumo de alimentos transgénicos no es desinformación, es más un problema político ya que en 2007 fue invitado como presidente de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad (CIBIOGEM) y trabajó con 6 secretarios de estado a los cuales documento acerca de los alimentos transgénicos. Estos Secretarios pertenecían a las siguientes Secretarías: Secretaria de Agricultura, Secretaria de Medio Ambiente, Secretaria de Salud, Secretaria de Economía, Secretaria de Hacienda y Crédito Público, Secretaria de Educación Pública y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El Dr. Ariel tenía reuniones constantes con los 6 secretarios y se levantó en ese entonces (2007) la moratoria a la siembra del maíz transgénico que se había mantenido por siete años entre 1998 y 2005, se terminó la legislación Reglamento de la Ley de Bioseguridad, Régimen de Protección Especial de Maíz y, sin embargo, al término de su cargo como presidente de la CIBIOGEM el Dr. Álvarez dejó a un lado el tema de los alimentos transgénicos y la CIBIOGEM tampoco le dio la importancia para continuar trabajando en ello¹⁸. Desde este punto de vista podemos darnos cuenta que otro factor muy importante que participa para que la divulgación de la información acerca del consumo de alimentos transgénicos sea exitosa, es la política, ya que los gobernantes son los primeros encargados en resolver los asuntos que afectan a la sociedad o a un país, y si no se le da la importancia que debe al consumo de alimentos transgénicos, la población puede seguir ignorando este tema.



Discusión del libro la Revolución Verde.

Uno de los Premios Nobel de la Paz, que vale la pena mencionar, es el otorgado en 1949 al Doctor Norman Ernest Borlaug, en virtud de que él, más que ninguna otra persona de esta época, contribuyó a dar pan a un mundo hambriento²². El Dr. Bourlaug menciona en su libro, que en un principio las variedades de trigo que generó se enfrentaron a ciertas barreras de la burocracia, el perjuicio y los rumores de que causaban esterilidad e impotencia en la población, después de superar todos estos puntos se importaron semillas a Pakistán e India, y al ver los grandes resultados en términos del aumento de producción, expandió su marcha el avance triunfal de la Revolución Verde a Turquía, Afganistán, Irán, Irak, Túnez, Marruecos, Líbano y otros países²². Dicho acontecimiento se le conoce como Revolución Verde, porque es un cambio provocado en los campos que trae grandes ventajas al país que lleve a cabo su implementación. Principalmente mejorar las condiciones de vida de cientos de personas, además de un aumento del poder adquisitivo del país, aumento de la tasa de empleos, innovación tecnológica, y el aumento de los rendimientos de los cultivos que trae consigo la construcción de plantas de fertilizantes químicos, carreteras, trabajos de irrigación, ferrocarriles, almacenes, silos y molinos. De tal manera, las regiones distantes podrían recibir los fondos necesarios para edificar escuelas y hospitales. Desde cualquier ángulo que se la considere, la Revolución Verde impulsó una mayor producción total que colocó a los países en desarrollo en un lugar económicamente más favorable y más independiente de la ayuda externa que reciben de las naciones industrializadas en lo que se refiere al abastecimiento de víveres²².

Además, se le otorgó el doctorado honorario al Dr. Bourlaug por su avance impresionante que logró en el mejoramiento del trigo y en la organización requerida para explotar los resultados de estos progresos agrícolas,



particularmente en los países en vías de desarrollo²². Este hecho en su momento trajo consigo el aumento de cosechas en términos cualitativos y cuantitativos.

En su libro de la Revolución Verde, se menciona el problema de la explosión demográfica, el cual comenta, “esencialmente se ataca desde dos ángulos: mediante información sobre planeación familiar y a través de un esfuerzo creciente, en primer término a través de la investigación orientada hacia el aumento de la productividad agrícola. Este problema social es la principal preocupación del Dr. Borlaug, por lo que su gran aportación para resolverlo fue el programa de mejoramiento de trigo en México en el cual se desarrolló una de las llamadas "variedades enanas", obtenidas de cruzamientos con los trigos japoneses norin y a través de la selección. Él encontró que los trigos enanos se pueden usar en diversas regiones del mundo porque no les afecta el fotoperiodo. Se comportan mejor que otros trigos en suelos fertilizados y sin fertilizar, con riego o sin riego. Además, tienen una base más amplia de resistencia al peor enemigo del trigo, o sea a las royas. En la actualidad se sabe que las nuevas variedades mexicanas de trigo producen rendimientos extraordinarios, son resistentes a enfermedades y permiten el uso intensivo de fertilizantes²².

El Dr. Borlaug decía “No habrá un avance permanente en la batalla contra el hambre sino cuando las instituciones que luchan en favor de una mayor producción de alimentos y las que luchan por un balance de la población se unan en un esfuerzo común”. Si deseas la paz, cultiva la justicia, pero al mismo tiempo cultiva los campos para producir más pan; de otra manera no habrá paz²². Esta frase citada por el Dr. Borlaug es muy cierta ya que en la actualidad existen empresas dedicadas a ayudar al aumento de la producción de los cultivos a través de la generación de alimentos transgénicos, sin embargo, estas empresas son calumniadas en México porque existe una empresa monopólica conocida como Greenpeace la cual está en contra de la producción de dichos alimentos y, por lo tanto, esta controversia entre empresas ocasiona que la gente rechace el



consumo de alimentos transgénicos muchas veces influenciada solamente por la mala publicidad que le hacen a dichos alimentos lo cual no debiera ser así porque la decisión la debemos tomar cada uno de nosotros, pero con bases bien fundamentadas informándonos acerca del tema de los alimentos transgénicos y formar nuestro propio criterio.

Discusión de la conferencia Biotecnología: Organismos transgénicos, sus grandes beneficios y la ausencia de daño.

En la conferencia del Dr. Francisco Bolívar Zapata, éste mencionó que en el sector salud, muchos de los medicamentos genéricos, los cuales tienen un precio significativamente reducido son de origen transgénico y ninguno existiría sin los OGM, en particular menciona vacunas contra patógenos como los virus causantes de la hepatitis y la influenza²³. Con estos hechos nos podemos dar cuenta que no solo existen los alimentos transgénicos, también existen las vacunas de origen transgénico las cuales están pensadas para beneficios de la salud de la población.

Otro punto importante que menciona, es que para contener necesidades y problemas nacionales se deben desarrollar semillas mejoradas incluyendo las transgénicas, por grupos de investigación y desarrollo tecnológico mexicano. Dio como ejemplo la generación de maíces genéticamente modificados por la Dr. Beatriz Xoconostle, los cuales requieren menor cantidad de agua y esto posibilitaría mejorar la productividad en los cultivos de maíz temporal, además comenta que no hay evidencia de que el maíz transgénico contamine, ponga en riesgo o dañe a las 60 variedades de maíces nativos²². Este hecho lo considero muy importante porque conforme a la legislación actual revisada no existe algún apartado que permita el cultivo de alimentos transgénicos a campo abierto, por ejemplo, maíz resistente a sequías o como en este caso, maíz que requiera menor cantidad de agua y solamente dicha investigación se queda nivel laboratorio y pienso que si se aprobara el cultivo a campo abierto evaluando previamente el cumplimiento de los estudios de bioseguridad y los análisis de riesgo pertinentes



podría traer consigo un gran aumento en la economía, y así mismo en la producción de alimento para la sociedad del país implicado.

Por otra parte, su postura es a favor de los alimentos transgénicos, porque estos no requieren el uso de plaguicidas químicos, los cuales pueden causar daños a la salud cuando no se utilizan conforme a las indicaciones del fabricante, además la autorización de los alimentos transgénicos está regulada en México por COFEPRIS, en Estados Unidos por la Administración de Alimentos y Fármacos (FDA) y en la Unión Europea por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), y no han retirado ninguno de los productos aprobados de origen transgénico (medicamentos, plantas etc.), que se utilizan en las industrias alimentarias, y de la salud. Otra de las razones por las cuales apoya el consumo de alimentos transgénicos es porque existen diversos meta-análisis en los cuales no se encuentra evidencia de que los alimentos transgénicos pongan en riesgo la salud de la población. Menciona un meta-análisis publicado por Ricroch en 2012, que analiza la seguridad de los cultivos GM en la salud y realiza 60 comparaciones entre líneas GM y líneas no GM con investigaciones de ciencias omicas, 17 estudios de alimentación a largo plazo (de más de 90 días), 16 estudios multigeneracionales (de 2-10 generaciones). Al comparar los perfiles de ciencias omicas revela que la modificación genética tiene menor impacto sobre la expresión de genes, que el mejoramiento convencional o los factores ambientales que pudieran tener un mayor efecto²³.

Otras de las evidencias que menciona el Dr. Francisco Bolívar Zapata, es el reporte del año 2010 del National Reserch Council de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, en el cual menciona que los agricultores de EEUU han adoptado el uso de las semillas genéticamente modificadas porque con llevan menores costos de producción, menos problemas de plagas, reducción de uso de plaguicidas y mejores cosechas comparadas con cultivos convencionales.



La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAS) menciona que su consejo se está esforzando en proporcionar el etiquetado de alimentos que contengan productos derivados de cosechas de plantas transgénicas²². La sociedad estadounidense está trabajando en aprobar el etiquetado de los productos transgénicos, sin embargo, en México solamente existe un proyecto de especificaciones generales de etiquetado de organismos genéticamente modificados que sean semillas o material vegetativo destinados a siembra, cultivo y producción agrícola PROY-NOM-001-SAG/BIO-2014 publicado en el diario oficial de la federación el 28/05/2014, sin embargo, éste es sólo un proyecto de norma que no aplica al producto final y sería importante que se considerará la elaboración de una norma que aplique al producto final que va al consumidor. Por otra parte menciona la existencia de una carta de más de 100 Premios Nobel dirigida a los líderes de las Naciones Unidas, los gobiernos de todo el mundo y a Greenpeace, en favor de los OGM²⁴. Otro tema importante que mencionó, es el de los transposones, secuencias de ADN que pueden traslocar su posición en el genoma, es decir, pueden brincar de un lugar a otro, inclusive entre cromosomas, por lo que siguen jugando un papel importante en la evolución del genoma y el resultado de este fenómeno son los granos de colores diferentes en una mazorca, este es otro ejemplo de que los cambios genéticos también ocurren de manera natural. Otro caso, fue la mencionada transferencia horizontal de ADN que también se puede realizar de manera natural como ocurrió en el camote, alimento transgénico natural que también fue mencionado por el Dr. Herrera en su conferencia. Finalmente, un dato importante que mencionó fue que en EUA más del 95% del maíz, soya y algodón, es transgénico y que productos que consumimos como los siguientes contienen maíz transgénico o sus derivados²³:



Debido a nuestra cultura y a que el maíz forma parte de nuestra dieta somos grandes consumidores de productos transgénicos como los mostrados en las imágenes anteriores, debido a que más del 95% del maíz de EUA es transgénico y el 99% del maíz que importa México proviene de EUA, conforme a una noticia reportada el 24 de enero de 2017 por la Universidad Internacional de Valencia.

Discusión de las entrevistas realizadas a investigadores

En cuanto a las entrevistas realizadas a los investigadores del Departamento de Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM, el Dr. Francisco Ruiz Terán comentó que en la actualidad los alimentos transgénicos existentes no ayudan a mejorar la nutrición de los mexicanos ni la economía, sin embargo, piensa que sí podrían combatir el problema del hambre del país y considera que el consumo de estos no es un riesgo para la salud de los mexicanos ya que a diario consumimos ADN por toda la variedad de alimentos. Sin embargo, comenta que sería bueno investigar lo que le pasa a la flora intestinal, ya que se pudiera generar resistencia antibióticos por el intercambio de ADN entre los microorganismos de nuestra flora intestinal, dicho fenómeno sí está comprobado que ocurre pero es un efecto que aún es impredecible al consumir alimentos transgénicos. También comenta que existen investigaciones para el desarrollo de animales transgénicos, con fines únicamente para trasplantes de órganos a los humanos en caso de enfermedades



terminales, sin embargo, dicha investigación aún está en proceso y para este caso en particular la postura del Dr. Francisco sería a favor sí existiera evidencia de la confiabilidad del trasplante. Finalmente el considera que sí se deberían crear normas para el etiquetado de los alimentos transgénicos.

El siguiente entrevistado fue el Dr. Francisco Javier Plasencia quien comenta que los alimentos transgénicos no ayudan a mejorar la nutrición ni la economía de los mexicanos, sin embargo, al igual que el Dr. Terán, comenta que sí podrían ayudar a combatir el problema del hambre en el país y que su consumo no pone en riesgo a la salud de los mexicanos, tampoco graves daños ambientales y considera que debe existir una norma que regule el etiquetado de alimentos transgénicos indicando que contienen organismos transgénicos o que son derivados de algún alimento transgénico en particular. Menciona que para la detección de transgénicos existen las técnicas de PCR tiempo real, punto final o digital.

La siguiente candidata entrevistada fue la Dra. Maricarmen Quirasco quien comentó que el consumo de los alimentos transgénicos no solamente está relacionado con la parte económica y de la salud sino que también está implicada la parte cultural y social porque en México del centro hacia el sur existen muchas variedades de plantas, crecimiento de hierbas, así como de posibles plagas que se pudieran desarrollar, en consecuencia afectar los cultivos y muchas de las semillas transgénicas desarrolladas por ciertas empresas como Monsanto son vendidas a los campesinos con su correspondiente herbicida lo cual no sería benéfico para ellos por la gran diversidad de su región, sin embargo, si son útiles para la parte norte del país la cual no cuenta con tal diversidad y sin problema podría contribuir en el aumento y mejoría de la producción de sus cultivos, otro problema que menciona es el posible intercambio de semillas transgénicas en el mercado negro ya que mucho de los mexicanos trabajan en empresas estadounidenses que se dedican a la producción de transgénicos, sin embargo,



dichos trabajadores desconocen que esas empresas desarrollan semillas que tienen genes que codifican para esterilidad masculina y si se cultivan en México, como tradicionalmente los campesinos tienen la costumbre de sembrar las mismas semillas conforme lo indique la temporada no podrían servir para ser recultivables porque son estériles, de tal manera que su siguiente cosecha no se lograría y en muchas ocasiones el campesino no lo sabe, por tal razón las empresas de semillas transgénicas les venden los paquetes de semillas a cultivar en cada temporada y deben informar a los campesinos los riesgos y beneficios que implica el sembrarlas para que ellos puedan decidir si las usarán o no.

Por otra parte, la Dra. Quirasco también comentó que los alimentos transgénicos no ayudan a mejorar la nutrición de los mexicanos, y mucho menos la economía. En particular hace énfasis a un caso que ocurrió hace algunos años cuando fue aprobada la siembra de cultivos de soya transgénica en la península de Yucatán los cuales afectaron la economía mexicana porque en ese entonces la miel exportada a Europa fue rechazada porque hubo un cambio en la legislación europea; en lugar de considerar los alimentos aprobados para su comercialización cuando contenían el 0.9% de transgénicos del total de la formulación del producto, se consideró un alimento aprobado para su comercialización solo si contenía el 0.9% de transgénicos considerando que dicho porcentaje correspondía a un ingrediente en particular como si se manipulará cuantos gramos de transgénicos agregar para no sobrepasar dicho porcentaje, lo cual comentó la Dra. Quirasco no se podía cumplir ya que el contenido de transgénicos de la miel estaba en función de la polinización de las abejas las cuales realizaban dicha actividad en los cultivos de soya transgénica que se había aprobado en ese entonces. Por lo tanto, el contenido de transgénicos de la miel no dependía del fabricante, de tal manera que los apicultores sometieron una demanda para prohibir la siembra de soya transgénica en dicha región y en la actualidad está prohibido sembrar dichos cultivos, en cuanto a la legislación Europea se apeló no considerar el contenido



transgénico como un ingrediente del producto ya que no es una cantidad que se pudiera pesar para cumplir con el porcentaje estipulado por la legislación; la Dra. Quirasco finalmente concluyó mencionando que la legislación Europea volvió a considerar como criterio aprobatorio para la compra de miel cuando contenía el 0.9% de transgénicos del total de todos los componentes de la miel y además que era muy importante cumplir con el porcentaje de transgénicos porque así no se etiquetaba la miel mexicana y se puede vender a un mejor precio en Europa lo cual es significativo para la economía mexicana porque Yucatán es su quinto exportador de miel a nivel mundial. En particular, este es un hecho que demuestra que los transgénicos no siempre ayudan a mejorar la economía de un país y es por esto que deben existir estudios del posible daño a la flora y fauna en la región en la cual se quiera liberar el transgénico, como lo marca el reglamento de la LBOGM.

Por otra parte, la Dra. Quirasco menciona que los alimentos transgénicos no son un riesgo para la salud de los mexicanos a excepción de las personas que fueran susceptibles a alergias y esto es muy poco probable que ocurra porque las autorizaciones y permisos de OGM para que puedan ser emitidos por la COFEPRIS antes deben presentar los estudios e información correspondiente bien sustentada y de esta manera garantizar la seguridad e inocuidad para la población ante su consumo. La Dra. Quirasco también está a favor del etiquetado de estos productos, pues considera que no se conocen todos los alimentos transgénicos que se comercializan en el mercado, ya que no hay alguna ley que regule la identificación de los mismos. Finalmente está a favor del financiamiento a instituciones públicas para la investigación para el desarrollo de alimentos transgénicos, porque comenta que se atenderían las necesidades de nuestro país, además comparte dos de sus publicaciones para la detección de transgénicos en alimentos, la primera publicación fue en 2008, titulada: la Detección por PCR en tiempo real y convencional de variedades de arroz Liberty Link® y soya



transgénica en arroz muestreado en los mercados minoristas de México y América²⁵. El resultado encontrado fue positivo en 49 y 35% de las muestras mexicanas y americanas analizadas respectivamente se encontró que contenían un cierto porcentaje de transgénicos. La segunda publicación fue en 2004, titulada: Adecuación de la Reacción en Cadena de la Polimerasa Cuantitativa en Tiempo Real y Ensayo de Inmunoabsorción Vinculado a las Enzimas para la Detección de cry9C en Tortillas de Maíz Mexicanas: Destino de ADN y Proteína después del Cocinado Alcalino²⁶ y se encontró dicho gen en las tortillas de maíz analizadas, a excepción de los nixtamalizados tratados térmicamente pues la técnica no fue adecuada para su determinación y dicho gen indicaba la presencia de secuencias genéticamente modificadas, por lo tanto, se puede corroborar nuevamente que las tortillas, un alimento de consumo diario, es un alimento transgénico.

El siguiente encuestado fue el Dr. Guillermo Aguilar Osorio, y comentó que los alimentos transgénicos sí podrían ayudar a mejorar la economía y la nutrición a las personas que sufren de hambre, además de que su consumo no causa riesgo para la salud y que se debería desarrollar una norma que regule el etiquetado de los mismos.

También se entrevistó a la Dra. Amelia Farres, quién comentó que los productos transgénicos no ayudan a mejorar la nutrición ni la economía de los mexicanos, y que sí son un riesgo para la salud, ya que comenta que no hay estudios en animales que digan que el consumo de alimentos transgénicos no causen un problema de salud porque son realmente muy costosos. Además, la Dra. Farres mencionó que el cultivo de alimentos transgénicos reduce el uso de plaguicidas más no lo elimina. También habla del maíz *Bacillus Thuringiensis* (BT) resistente a herbicidas como glifosfato el más vendido a nivel mundial, el cual recalzó es carcinógeno; en este punto considero que es muy importante mencionar que la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasifica a los



compuestos de la siguiente manera: grupo 1 para los agentes que son definitivamente carcinógenos para los humanos; el 2A probablemente carcinógenos para los humanos; el 2B posiblemente carcinógenos para los humanos; el 3 no clasificable; y el 4 probablemente no carcinógeno para los humanos²⁷. La IARC utiliza 5 clasificaciones para evaluar la solidez de la evidencia científica, y definir una posible asociación con el cáncer en los seres humanos, catalogó como categoría 2A al herbicida glifosfato lo que significa que no está clasificado como definitivamente carcinógeno para los humanos, sin embargo, dicha clasificación ha desencadenado polémica entre Monsanto productor de tal herbicida y las empresas agroquímicas están en desacuerdo, por otra parte, a la clasificación como 2A también pertenece el café, extracto de aloe vera, vegetales en conserva, etc., y dichos productos continúan siendo utilizados por el ser humano y en la actualidad no hay evidencia de que les cause cáncer.

Otro de los comentarios de la Dra. Farres es que considera importante el etiquetado de los alimentos transgénicos y está a favor del financiamiento de institutos públicos de investigación para el desarrollo de alimentos transgénicos.

Por otra parte, se entrevistó a la Dra. Amanda Gálvez, quien comentó que los alimentos transgénicos no ayudan a mejorar la nutrición ni la economía de los mexicanos, tampoco ayudarían a combatir el hambre en el país, sin embargo, menciona que no es un riesgo para la salud de los mexicanos pero que cada quien es libre de decidir qué alimentos son los que consume. Por lo tanto, considera debería haber una norma para el etiquetado de los alimentos transgénicos ya que aunque sean equivalentes sustancialmente a los convencionales, es hasta cierto punto, puesto que es por esta razón que están patentados pues son obtenidos por medio de una técnica biotecnológica diferente a la convencional, con respecto a su opinión concuerdo totalmente puesto que todos tenemos derecho a estar informados acerca de los productos que consumimos a diario.



Finalmente, el profesor Héctor López comentó que no podía opinar acerca del riesgo a la salud que con lleva el consumo de alimentos transgénicos porque no lo conoce, sin embargo, hace referencia a la conferencia del Dr. Francisco Bolívar Zapata, dice que dicho especialista fue muy contundente, y mencionó que la fecha no hay evidencia científica de que los alimentos transgénicos sean un riesgo para la salud ni de que sean un riesgo para contaminar otros cultivos transgénicos. Hace énfasis en que solo hay rumores y preocupaciones, pero no evidencia o seguimiento de que el consumo de alimentos transgénicos sea tóxico para la salud. Otro de los puntos que mencionó el profesor Héctor López fue: sí la autoridad regulatoria menciona que no hay evidencia del riesgo es porque está bien respaldado con estudios y evidencia científica.

En cuanto a la probabilidad de que una proteína genere cambios en el metabolismo y produzca alguna sustancia tóxica mencionó lo siguiente: para que una proteína sea tóxica se debería saber la dosis que genera dicha toxicidad y las proteínas generadas por ingeniería genética están aprobadas por la FDA o por la COFEPRIS y por lo tanto no deben ser tóxicas, además se requeriría tomar una gran cantidad de dichas proteínas y las condiciones del estómago son un buen filtro por sus condiciones ácidas, por lo tanto, es muy baja la probabilidad de generación de toxicidad por el consumo de dichas proteínas, de este comentario es bueno recalcar que las entidades regulatorias en especial la FDA son muy estrictas en su regulación y trabaja en conjunto con SENASICA y COFEPRIS para asegurar la inocuidad de los alimentos comercializados en el territorio nacional, ver: <http://revistacofepris.salud.gob.mx/n/no8/inspector.html>

Por otra parte, el profesor Héctor López comentó que los granos que genera y comercializa Monsanto son el resultado de una gran investigación y pruebas de inocuidad, además hay una evaluación de las entidades gubernamentales que determinan si se autoriza o no la comercialización de dichos granos, y en



particular mencionó conocer la regulación sanitaria de productos vegetales en México regulada por la SENASICA, dijo “Dicha entidad es muy rigurosa, por lo tanto si es aprobado el permiso de OGM es porque ya se comprobó que es seguro. También comentó que las cepas (de hongos, bacterias o levaduras) mejoradas genéticamente no son dañinas y son resultado de un proceso de ingeniería genética. Además mencionó que como biotecnólogo ha trabajado con tanques de grandes capacidades que tienen caldos de bacterias pero no son peligrosos debido a que son bacterias inocuas como las que habitan en nuestra flora, por ejemplo *bacillus subtilis* y dichas bacterias tienen diversos usos como la obtención de enzimas para el pan, cerveza, la leche, jugos, para extender la vida de anaquel de algún producto etc., y éstos no son dañinos. Con este ejemplo nos podemos dar cuenta que la ingeniería genética está implicada en muchos de los alimentos que consumimos y también en los alimentos transgénicos de los cuales y hasta ahora con lo investigado consideró no hay suficiente evidencia científica para considerarlos un riesgo para la salud.

Por último, mencionó que sí debería haber un etiquetado de los productos transgénicos indicando que el producto es resultado de un proceso de ingeniería genética, mencionó que debemos estar informados y el problema lo atribuye a la ignorancia. En particular el profesor Héctor dijo “la opinión e información de los expertos es muy importante, sin embargo, para que podamos tomar una decisión consensuada del consumo de alimentos transgénicos la población debería exigir a las entidades regulatorias correspondientes que nos brinden los resultados actualizados y específicos de las evaluaciones realizadas a los OGMs aprobados”, con respecto a éste último comentario conforme a lo reportado en la página de la CIBIOGEM (ver gráfica 3), nos podemos dar cuenta que la información que nos brindan a los usuarios no está actualizada ya que solo aparecen las pruebas de campo de OGMs hasta el año 2005, los permisos de liberación al ambiente de OGMs hasta el 2015 y el resumen de autorizaciones de OGMs emitidas hasta el



2016, sin embargo, no se especifican los resultados de las evaluaciones obtenidas por autorización otorgada (ver gráfica 4 y 5). En la liberación de OGMs al ambiente conforme a la LFSV se encuentra hasta el 2005 y los permisos de liberación al ambiente de OGMs conforme a la LBOGMs (ver gráfica 6), se encuentran hasta el 2015. En este caso sería conveniente que mantuvieran informada a la población de manera actualizada, y por otra parte ayudar a promover la difusión de dicha información entre la población, por ejemplo a través de los permisos de publicidad que autoriza COFEPRIS.

Discusión de las entrevistas a personal que labora en entidades regulatorias

El personal entrevistado de la SENASICA, comentó, que cumplen con la normatividad vigente para liberar los permisos de los OGMs y para esto se analiza rigurosamente toda la información sometida por el solicitante.

En cuanto al personal entrevistado de la COFEPRIS, comentó, que no era necesaria la norma para etiquetado de los alimentos transgénicos, porque estos son equivalentes sustancialmente a los convencionales y que los registros emitidos de los OGM para su comercialización no tienen vigencia porque se considera seguirán aplicando y cumpliendo con la información sometida a dicha entidad. En lo particular considero que debería existir en la normatividad un apartado que indique que una vez aprobada la evaluación de inocuidad caso por caso de OGMs para continuar con “La Autorización para Comercialización e Importación de OGMs” las empresas generadoras de OGMs sometan evidencia documental que demuestre que continúan cumpliendo con la generación de OGMs que no son un riesgo para la salud de la población, si bien pudiera estar hablando de una gran inversión considero que sería una actividad que ayudaría en evidenciar que el OGM autorizado continua siendo confiable para su



comercialización lo cual evidenciaría que no hay riesgo que afecte a la salud de la población.

*Discusión de los resultados gráficos obtenidos comparando con los del artículo
percepciones y actitudes de la población urbana mexicana hacia organismos
genéticamente modificados*

Se entrevistaron 207 mujeres y 178 hombres un total de 385 encuestados de la CD de México (ver gráfica 8), la mayoría de encuestados 138 fueron de un rango de edad entre 26-30 años (ver gráfica 9). Por otra parte, 245 del total de encuestados tenían un nivel de estudios de licenciatura, seguidos de preparatoria, esto lo atribuyo a que los últimos días en los que se realizaron las encuestas fue fuera de las estaciones de metro Copilco y CU. Probablemente debido a que a mayoría son de licenciatura más de la mitad de los encuestados sabe y conoce que son los alimentos transgénicos (ver gráfica 11 y12), sin embargo, aunque conocen acerca de los alimentos transgénicos más de la mitad de los encuestados no saben si los consumen (ver gráfica 13) lo cual indica que el conocimiento de la población ante los organismos genéticamente modificados es relativamente bajo y coincide con lo publicado en el artículo mencionado en el título de esta discusión en el cual dice que también en la población europea y sur áfrica falta conocimiento sobre biotecnología, por lo tanto fue lógico que 333 de los 385 encuestados desconocen las leyes o normas que regulan la producción y el consumo de productos genéticamente modificados en México (ver gráfica 15).

Por otra parte, más de la mitad de los encuestados sabían que algunos cultivos pueden volverse resistentes a ciertas plagas por modificación genética lo cual coincidió y aporta un mayor valor a los resultados obtenidos en el artículo mencionado en el título de esta discusión.



En cuanto a la confianza que se les tiene a los científicos que trabajan en entidades académicas y están modificando plantas y animales para consumo humano, más de la mitad contestó confían en su trabajo y también más de la mitad de los encuestados confían en los agricultores que utilizan semillas genéticamente modificadas para aumentar la generación de productos alimenticios, sin embargo, comparando con el artículo el cual fue la base para realizar estas preguntas, la desconfianza de la población mexicana no está en las universidades está en las instituciones y compañías que desarrollan los productos basados en OGM.

Más de la mitad de los encuestados 285 en total creen que los alimentos transgénicos no ayudan a mejorar la nutrición de los mexicanos y 225 de los encuestados creen que por consumir dichos alimentos no se mejora la economía mexicana (ver gráfica 18 y 19) lo cual coincidió con los resultados del artículo en el cual mencionan que la mayoría de los encuestados mexicanos creen que los cultivos transgénicos aumentarán la producción agrícola de México y su uso afectará la economía mexicana.

En general el resto de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en esta tesis coincidió con los publicados el artículo percepciones y actitudes de la población urbana mexicana hacia organismos genéticamente modificados ya que también se obtuvo que la gente piensa que aumentar la producción de cultivos transgénicos combatirá el problema del hambre en el país, la mayoría piensa que los alimentos transgénicos no tienen un mayor contenido nutricional que el de los productos orgánicos y que si se consumen no aumentaran la esperanza de vida, además que deben etiquetarse creando normas que regulen dicho etiquetado, y que el gobierno mexicano brinde apoyo a institutos públicos de investigación para el desarrollo de alimentos transgénicos.



En cuanto a la gráfica 28 se observa que aunque tuvieran menos grasa los productos transgénicos no serían consumidos por todos los encuestados y esto indica una vez más que probablemente todos los mexicanos tengan relativamente bajo conocimiento acerca de los alimentos transgénicos, además los encuestados prefieren a los productos orgánicos aunque tuvieran el mismo precio que los transgénicos (ver gráfica 30) y aunque fueran más baratos que los orgánicos no todas las personas encuestadas pensarían en comprarlos ya que tienen la incertidumbre del riesgo que con lleva su consumo(ver gráfica 29).

XI.CONCLUSIONES

Las personas en general, desconocen los posibles efectos secundarios por consumo de alimentos transgénicos. Este desconocimiento se debe principalmente a la falta de interés del propio consumidor por conocer a detalle las consecuencias del uso y consumo de los alimentos transgénicos.

Adicionalmente, mediante las entrevistas a especialistas en el tema, se pudo identificar que no se cuenta con evidencias de algún caso que ocasionará un daño a la salud por el consumo de alimento transgénicos. Por el contrario son una buen opción para los agricultores que tienen perdidas de sus cosechas por algún problema climático o por bajas producciones y aunque no han resuelto el problema de desnutrición si ayudan a satisfacer el cumplimiento de la demanda que exige hasta ahora el aumento de población.

Asimismo y con referencia al paradigma que los alimentos transgénicos pueden causar problemas a la salud del consumidor como el cáncer puede considerarse como “falso” porque actualmente no se ha demostrado con estudios científicos, confiables y reproducibles que el consumo de estos productos pueda tener algún efecto sobre la salud humana o animal.



Adicionalmente, considero importante que empresas tales como MASECA, BARCEL, KELLOG'S, difundan e informen a los consumidores sobre el uso, beneficio y aprovechamiento de estos productos. Esto permitirá aclarar cualquier duda y romper el mito que hay sobre los alimentos transgénicos.

Como apoyo a las acciones de información sobre alimentos transgénicos, la COFEPRIS podría promover la publicidad a través de comerciales para informar a la gente acerca de que el consumo de alimentos transgénicos no ocasiona problemas para la salud ni para el medio ambiente y actualmente forman parte de la mesa de los mexicanos.

Finalmente, a nivel internacional existen sistemas regulatorios que permiten regular el acceso, desarrollo, uso y las aplicaciones de la biotecnología agrícola, con el objetivo principal de proteger la vida, la salud, el bienestar de los seres humanos y del medio ambiente, sin embargo, difieren las políticas de desarrollo de biotecnología y los intereses de la sociedad de cada país conforme al uso y las aplicaciones de los OGMs.

XII. FUENTES DE INFORMACIÓN:

1. Fernández Suárez M.R.2009. Alimentos transgénicos: ¿Qué tan seguro es su consumo? 10(4) Obtenida el 23 de agosto de 2017, de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art24/art24.pdf>
2. OMS (2005). Biología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias. Obtenida el 23 de agosto de 2017, de <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotechsp.pdf>
3. Novas, A. (2005). El hambre en el mundo y los alimentos transgénicos. México Catarata.



4. Rodríguez Y.E. (2013). Ethical topics in international research with transgenic food. Acta bioeth. 19 (2). Obtenida el 01 de agosto de 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2013000200005
5. Greenpeace. Las intenciones de Monsanto (2016). Obtenida el 25 de julio de 2017, de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Agricultura--sustentable--y-transgenicos/Transgenicos-ni-maiz/Monsanto-en-el-mundo/>
6. Mateo C.A., López LH.B., Hernández H.D. Y., Gracia L.E. (2010). ALIMENTOS TRANSGÉNICOS. Obtenida el 12 de julio de 2017, de: <http://www.unizar.es/lagenbio/docencia/apuntesfundamentos/trangenicos.pdf>
7. Herrera D.N., Y., Gómez S.J.L. (2011). La biotecnología y los alimentos transgénicos. Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Synthesis. Aventuras del pensamiento. 22-24. Obtenida el 22 de junio de 2017, de http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2011/08/18/la_biotecnologia_y_los_alimentos_transgenicos_organismos_modificados_geneticamente.pdf
8. Cristán F. (2003). EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD DE UN OGM. Obtenida el 18 de marzo de 2016, de: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Evaluacion-ogms.aspx>
9. Zilberman, D.(2013). PhD, Agricultural and Resource Economics OGMs y la seguridad alimentaria global. Department, Universidad de California. Obtenida el 11 de abril de 2017, de <http://www.agrobiomexico.org.mx/la-seguridad-alimentaria-global/>



10. Cristán F. (2003). ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EVALUAR EL RIESGO DE TODOS LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS?. Obtenida el 18 de marzo de 2016, <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Evaluar-riesgo.aspx>
11. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2011). PROTOCOLO DE NAGOYA SOBRE ACCESO A LOS RECURSOS GENÉTICOS Y PARTICIPACIÓN JUSTA Y EQUITATIVA EN LOS BENEFICIOS QUE SE DERIVEN DE SU UTILIZACIÓN AL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.
12. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). PROTOCOLO DE CARTAGENA SOBRE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. MONTREAL.
13. SEGOB. (2014). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-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. Diario Oficial de la Federación. Obtenido el 14 de junio de 2017, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5346453&fecha=28/05/2014
14. REGLAMENTO DE LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS. Última Reforma DOF 06-03-2009.



15. Gutiérrez G.D.F. et al. (2015). Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional. Obtenido el 19 de enero de 2017, de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/Estado-actual-de-los-cultivos.pdf>
16. Quetzalcóatl M.P.(2015). Que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Gaceta Parlamentaria,4393-IV.Obtenida el 19 de enero de 2017, de <http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/63/2015/oct/20151027-IV/Iniciativa-13.html>
17. Raymond P.J et al. (2011). The role of transgenic crops in sustainable development, Plant Biotechnology Journal 9(1), 2-21
18. Montesinos, L.O., Franco, P.E., Santos, F.E., Espinoza, I.L., Y., Aragón, C.F. (2016). Genetically modified organisms .Perceptions and attitudes of the Mexican urban population towards genetically modified organisms. Emerald, 118(12), 2847-2892
19. Álvarez, A., Olmedo, G., Y., Herrera, L. (2017). Jornada de Divulgación Científica de Ciencia y Tecnología: PLANTAS TRANSGÉNICAS Y BIOTECNOLOGÍA HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE. Cinvestav IRAPUATO.
20. INEGI (2015). Número de Habitantes Ciudad de México. Obtenida el 22 de abril de 2016 de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/>



21. Departamento de Sistemas Informáticos Integrales de la Facultad de Medicina. Calculadora para obtener el tamaño de una muestra. Red de Bibliotecas UNNE. Universidad Nacional del Noreste. Obtenida el 17 de marzo de 2016, de:
<http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>
22. Borlaug, N.E. (1972). La revolución verde, paz y humanidad. Serie Reimpresos y traducciones CIMMYT No. 3. México.
23. Bolívar, Z.F.G. (2017). Conferencia Biotecnología: Organismos transgénicos, sus grandes beneficios y la ausencia de daño. Facultad de Química. UNAM. Ciudad Universitaria.
24. Noticias (2016). Laureates Letter Supporting Precision Agriculture (GMOs). Obtenida el 27 de julio de 2017 de
http://supportprecisionagriculture.org/nobel-laureate-gmo-letter_rjr.html
25. QUIRASCO ET AL. (2008). Real-time and conventional PCR detection of Liberty Link® rice varieties and transgenic soy in rice sampled in the Mexican and American retail markets. Anal Bioanal Chem. Springer. USA.
26. QUIRASCO ET AL. (2004). Suitability of Real-Time Quantitative Polymerase Chain Reaction and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for cry9C Detection in Mexican Corn Tortillas: Fate of DNA and Protein After Alkaline Cooking. JOURNAL OF AOAC INTERNATIONAL , 87(3),639-646
27. Scientific American. (2015). Widely Used herbicide linked to Cancer. Obtenido el 22 de agosto de 2017, de en:



Facultad de **Química**
1916 · UNAM · 2016



<https://www.scientificamerican.com/espanol/noticias/widely-used-herbicide-linked-to-cancer>

28. CIBIOGEM. Funciones de la CIBIOGEM. Obtenida el 23 de agosto de 2017, de: <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/cibiogem/funciones/funciones-de-la-cibiogem>