

OPINIÓN DE ESPECIALISTAS FRENTE A LA LIBERACIÓN DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS EN MÉXICO

Angela Isabel Guardado-Gutiérrez¹, Higinio López-Sánchez^{1*}, Benito Ramírez-Valverde¹, Pedro Antonio López¹, Jesús Mario Siqueiros-García², Yolanda Castañeda-Zavala³

¹Colegio de Posgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, 72760, Puebla, México.

²Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Circuito Escolar sin número, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.

³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Departamento de Sociología. Av San Pablo Xalpa 180, San Martín Xochinahuac, Azcapotzalco. 02128, Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia: higinio@colpos.mx

RESUMEN

Los científicos mexicanos especializados en seguridad alimentaria, fitomejoramiento y agrobiotecnología, muestran opiniones dispares respecto a la adopción de cultivos transgénicos. Es necesario conocer sus criterios, para fortalecer estudios de impacto y análisis de riesgo, así como favorecer la toma de decisiones respecto al uso de esta tecnología que, en México, aún sigue en discusión. El presente estudio, tuvo lugar durante el año 2015, con el objetivo de analizar las opiniones de científicos que investigan la agrobiotecnología, comparar las inquietudes de aquellos especializados en temas biológicos y aquellos especializados en asuntos sociales, para determinar los principales riesgos que ellos visualizan, para las comunidades indígenas sobre la introducción de transgénicos. Para ello, se aplicó un cuestionario a un grupo selecto de expertos en transgénicos, fitomejoramiento y soberanía alimentaria. Se encontró que 70.6%, se opone a la liberación de los cultivos transgénicos en fase comercial y que esta cifra, aumenta a 94.1% al tratarse de maíz; 96% piensa que sí es posible que lleguen a territorio indígena, para favorecer los negocios de empresas semilleras. Se concluye que, en México, la liberación de cultivos transgénicos, no considera la perspectiva de los investigadores nacionales, quienes, en su mayoría, opinan que esta tecnología, tendrá efectos negativos, principalmente, en la alimentación y economía campesina, por lo que, desde esta óptica, representan una amenaza para México y en particular, para las comunidades indígenas, pues se ponen en riesgo los capitales comunitarios, la autodeterminación respecto al uso de semillas y la diversidad genética de éstas.

Palabras clave: agricultura campesina, indígena, maíz.

INTRODUCCIÓN

Pocos avances científicos, han causado tanta polémica y polarización de perspectivas como los Organismos Genéticamente Modificados (OGM). Desde su siembra, para uso comercial en 1994, despertaron toda clase de opiniones e inquietudes entre académicos y consumidores (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 2014). Lo sorprendente es que 28 años después, las visiones permanecen divididas, debido a que los cultivos

Citation: Guardado-Gutiérrez AI, López-Sánchez H, Ramírez-Valverde B, López PA, Siqueiros-García JM, Castañeda-Zavala Y. 2025. Opinión de especialistas frente a la liberación de cultivos transgénicos en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v22i3.1601>

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: May 1, 2023.
Approved: August 28, 2023.

Estimated publication date:
June 17, 2025.

This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-Non-Commercial
4.0 International license.



transgénicos, abarcan diversas dimensiones y quienes los promueven o rechazan, tienden a priorizar alguna de estas.

Entre la comunidad científica, el debate se centra sobre todo en aspectos técnicos, relacionados con impacto ambiental, consecuencias sobre la salud animal y humana o dispersión de genes a través de la polinización (Foyer y Bonneuil, 2014; Hofmann *et al.*, 2014; Vallaey *et al.*, 2017; Duncan *et al.*, 2019) y aspectos socioeconómicos, que buscan determinar la viabilidad económica de este tipo de cultivos (Brookes y Barfoot, 2018). Temas como la seguridad y soberanía alimentaria, los aspectos políticos, la equidad social y el impacto sobre los modos de vida y la producción agroalimentaria de las zonas rurales han sido menos estudiados, aunque existe un creciente interés al respecto (Castellanos y Bergstresser, 2014; Mullaney, 2014; Wilson, 2015; Agapito-Tenfen y Wickson, 2018).

En México, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), legislación vigente que regula los organismos genéticamente modificados, establece que la toma de decisiones para la aprobación de permisos de siembra de OGM, debe estar fundamentada en aspectos técnicos y científicos (Nueva Ley DOF 18-03-2005, 2005). En ella, se decreta la formación de un Consejo Consultivo Científico, como órgano de consulta obligatoria, integrado por expertos de diversas disciplinas. Sin embargo, las líneas de investigación de quienes en la actualidad investigan y publican sobre cultivos transgénicos y temas relacionados, muestran opiniones e inquietudes dispares, lo que representa un reto para la toma de decisiones y la focalización de esfuerzos en pro de una propuesta para el desarrollo agroalimentario nacional.

Hasta ahora, ningún estudio ha analizado la opinión de los científicos que trabajan con temas relacionados con los cultivos transgénicos, lo que se considera de gran importancia para determinar la tendencia de la investigación en México, enriquecer el conocimiento para establecer o fortalecer estudios de impacto y análisis de riesgo. El atender estos aspectos, puede ser la base para finalmente, favorecer el proceso de toma de decisión respecto al uso de esta tecnología. Ante esta falta de información, este estudio, tiene como objetivo, analizar las opiniones de quienes realizan investigación sobre agrobiotecnología y temas relacionados, para comparar las inquietudes de aquellos especializados en temas técnicos y las de expertos en temas sociales, y determinar los principales riesgos que, en su calidad de expertos, visualizan para las comunidades indígenas en relación con la introducción de OGM en sus territorios.

MARCO TEÓRICO

El cultivo de semillas genéticamente modificadas, ha sido postulado como una alternativa que podría impulsar el desarrollo rural, en términos de rendimiento, sustentabilidad y calidad alimenticia. En países como Estados Unidos, Canadá y Argentina, se han observado mejoras en la producción agrícola, tras

la implementación de OGM con fines comerciales, a partir de 1994 (Massieu-Trigo, 2009). En México, la primera solicitud de siembra de OGM para etapa experimental, ocurrió en 1988, para la variedad de tomate FLAVR-SAVR. En 1996, se inició la siembra de algodón genéticamente modificado y luego comenzó la siembra comercial de soya transgénica. De este modo, en 2009, nuestro país ocupaba el décimo quinto lugar entre los países que usan estas tecnologías, con 0.1 millones de hectáreas sembradas (Martínez, 2011). A partir de 2009, se permitieron pruebas a nivel experimental con maíz transgénico, aunque las empresas promoventes de este tipo de semillas, continuaron buscando la liberación de maíz transgénico en fase comercial.

Por otro lado, frente al rápido avance de solicitudes y siembra de cultivos GM en territorio mexicano, se tuvieron que implementar marcos jurídicos que pudieran regular dichas solicitudes. La Norma Oficial Mexicana NOM-056-FITO-1995, cancelada en 2009, fue el primer instrumento legal en nuestro país para hacer frente a la situación de los OGM (Colmenares y Ortiz, 2015) y en ella, se establecían los requisitos fitosanitarios para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo de organismos manipulados, mediante la aplicación de ingeniería genética (Diario Oficial de la Federación, 1995).

Posteriormente, en el año 2000, México firma el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. Con esta acción, se asumía el compromiso de promulgar una ley para la bioseguridad, la cual llegó cinco años después. El 18 de marzo de 2005, se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), con el fin de “regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola (Nueva Ley DOF 18-03-2005, 2005).

La importancia de mencionar el marco jurídico que acompañó la introducción de los cultivos GM en México, reside en que, desde el planteamiento base, se reconoció el papel fundamental de la participación de científicos y expertos para la toma de decisiones. La NOM-056-FITO-1995, mencionaba en su segundo inciso, la conformación del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola, el cual estaría integrado por “un cuerpo colegiado de especialistas en materias relacionadas” (Diario Oficial de la Federación, 1995). De igual modo la LBOGM, que es la normatividad vigente, en su artículo 20, establece la conformación del Consejo Consultivo Científico de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) y la participación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), para la integración de dicho consejo; de igual manera, el artículo 20, decreta

que los dictámenes técnicos que emita el Consejo Consultivo Científico, deben ser considerados por la CIBIOGEM en las decisiones que adopte (Nueva Ley DOF 18-03-2005, 2005). Así mismo, en el artículo 9 de la LBOGM, en el inciso VI, se menciona la relevancia de los conocimientos, opiniones y experiencia de los científicos nacionales, para orientar la regulación y administración de las actividades con OGM (Nueva Ley DOF 18-03-2005, 2005).

Con los anteriores fundamentos, se plantea la necesidad de conocer dichas opiniones y experiencias, para dibujar un panorama amplio para la toma de decisiones y la orientación de la investigación científica nacional en materia de OGM.

METODOLOGÍA

El primer aspecto que se consideró, fue a qué grupo de personas hacer la consulta. Otros estudios, han considerado al público en general (Desaint y Varbanova, 2013; Bevanda *et al.*, 2017) o a cierto sector de la sociedad, como los consumidores (Wunderlich y Gatto, 2015; Palmieri *et al.*, 2020), estudiantes (Ekborg, 2008) o solo a científicos (Aleksejeva, 2014; Naegeli *et al.*, 2017; Mullins *et al.*, 2022). No obstante, para este estudio, se optó por realizar una encuesta, a las personas con un mayor conocimiento sobre temas relacionados con los organismos genéticamente modificados (expertos o científicos del área social y biológica), entonces, solo se dirigiría hacia individuos que hicieran investigación al respecto, indicado por sus publicaciones científicas. Con esto, las opiniones recabadas, se fundamentan principalmente, en conocimiento generado por investigadores y obtenido de fuentes de información más confiables. La fase inicial, fue la selección de expertos para la aplicación del cuestionario. Para esto, se utilizaron buscadores como Google Académico, Dialnet, Scielo y ScienceDirect, en los que se introdujeron las palabras clave: “Transgénicos México”, “Seguridad alimentaria México” y “Mejoramiento genético México”. Se tomaron los datos de los autores para correspondencia de cada artículo arrojado, con lo que se logró construir un directorio de 102 expertos, en su gran mayoría, mexicanos. Se envió una solicitud que explicaba los motivos y objetivos de la investigación, así como un cuestionario en línea a todos los expertos y se les exhortaba a responderlo en un lapso de un mes aproximadamente. Se obtuvo respuesta positiva a esta solicitud en veinticinco casos, lo que equivale a un tamaño de muestra de 24.5%.

Por otro lado, se buscó entrevistar de manera directa a científicos abiertamente involucrados en el tema, ya sea a favor o en contra. Se lograron realizar cuatro entrevistas, dos de ellas, a investigadores con opinión abiertamente favorable y dos a especialistas abiertamente en desacuerdo con los cultivos transgénicos en México. Estos cuatro científicos, se desempeñan en áreas técnicas, sin embargo, los dos en contra, están involucrados en proyectos de carácter social. Se agrupó a los científicos especializados en el área técnica o biológica y a los especialistas en el área social, para hacer una mejor comparación y análisis.

En el área técnica, se contó con 7 especialistas en genética vegetal, 3 en agronomía de semillas, 2 en nutrición, 2 en agronomía, 1 en fisiología vegetal, 1 en producción de cultivos y 1 en biología vegetal, con un total de 17 encuestados. Del área social participaron 8 expertos, de los cuales 2, están especializados en sociología rural, 4 en economía sectorial, 1 en geografía humana y 1 en antropología cultural. De los participantes, 64% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores; el rango de edad, va desde 37 hasta 79 años de edad, donde 53 años, fue la media; los años transcurridos desde la obtención del último grado académico varían entre 3 y 40 años, de los cuales 16 años, fue la media.

Los científicos consultados, pertenecen a diversas instituciones nacionales e internacionales. Uno pertenece al Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 6 al Colegio de Posgraduados, 1 al Colegio de la Frontera Sur, 4 al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 1 jubilado, 1 a la Universidad de McGill, 1 a Save the Children México, 1 a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 1 a la Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2 a la Universidad Nacional Autónoma de México, 3 a la Universidad Autónoma Chapingo, 1 a la Universidad de Sonora y 1 a la Universidad del Estado de Ohio.

La totalidad de científicos que residen en México, con excepción de dos investigadores de Estados Unidos y Canadá. Los estados en donde residen son Campeche, Chiapas (2), CDMX (2), Estado de México (9), Guanajuato, Jalisco (2), Michoacán, Morelos, Puebla, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

La encuesta, tuvo lugar a través de Formularios Google, entre abril y mayo de 2015; constó de 37 preguntas, en su mayoría, de opción múltiple: 15 de carácter personal para determinar la formación de los participantes; 6 enfocadas a determinar la opinión de los científicos respecto a la liberación de cultivos genéticamente modificados en sus diferentes etapas y dependiendo del cultivo; 6 que buscan determinar riesgos, consecuencias y tipo de impacto de estos cultivos en el contexto campesino; 8 preguntas que buscan entender si existe interés de introducir este tipo de cultivos en territorio indígena y las implicaciones que esto tendría; una pregunta sobre la legislación mexicana en materia de bioseguridad y una pregunta abierta sobre el uso de maíz transgénico en la agricultura mexicana.

Las respuestas, se trasladan de forma automática a una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel®. Se analizaron las frecuencias de cada respuesta y se compararon de acuerdo al área de especialidad científica de los participantes.

RESULTADOS

De las 4 entrevistas realizadas de forma directa, dos respondieron que están totalmente en contra del uso de tecnología transgénica en México en cualquiera de sus modalidades, debido a la imposibilidad de controlar las externalidades que estos conllevan y a la incertidumbre que generan, principalmente, en

interacción con el medio ambiente. Los otros dos, se declararon a favor del uso de esta tecnología, puesto que consideran que tiene numerosas ventajas que benefician al campo mexicano, siempre y cuando, las siembras cumplan con lo establecido por la LBOGM y apliquen el Reglamento de dicha Ley. La opinión general de los científicos encuestados, agrupados como “técnicos” y “sociales”, se clasificó respecto a las fases de liberación de cultivos transgénicos: experimental, piloto y comercial, así como en una sección específica para externar el punto de vista respecto a la liberación de maíz transgénico en fase experimental y comercial. El grupo de científicos sociales, desaprobó toda liberación de cultivos transgénicos fuera de la fase experimental, mientras que el grupo de científicos de áreas técnicas, se mostró abierto con esta, aunque la cifra disminuye drásticamente, cuando se trata de maíz en fase comercial (5.9% a favor y 94.1% en contra) (Cuadro 1). La opinión “en desacuerdo”, predominó en ambos grupos y aumenta conforme la fase de liberación pasa de experimental a comercial; es decir, los científicos mexicanos encuestados, apoyan la investigación y el estudio controlado de este tipo de cultivos, sin embargo, aún no los consideran listos para su propagación en campo abierto en México. Se preguntó acerca del tipo de impacto a mediano y largo plazo (en una escala de muy negativo a muy positivo), que puede tener la siembra de maíz y otros cultivos transgénicos actualmente disponibles en el mercado. El grupo de investigadores del área social, no contempló ningún efecto positivo, pues, por el contrario, tienden a considerar que este, será muy negativo. El grupo de expertos en aspectos técnicos respondió, en mayor medida, que el impacto será negativo, aunque hay quienes opinan que existen aspectos positivos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Opinión de los expertos de acuerdo con su orientación académica, respecto a la liberación de cultivos transgénicos y la liberación de maíz transgénico en territorio mexicano.

	Técnicos (%)		Sociales (%)		Con	TaF	TeC
	DA	EDA	DA	EDA			
-Respecto a la liberación de cultivos transgénicos a nivel experimental	35.3	47.1	12.5	75.0	16.0	28	56
-Respecto a la liberación de cultivos transgénicos a nivel piloto	17.6	70.6	0.0	87.5	12.0	12	76
-Respecto a la liberación de cultivos transgénicos a nivel comercial	17.6	70.6	0.0	87.5	12.0	12	76
-Respecto a la liberación de maíz transgénico a nivel experimental	41.2	52.9	0.0	100.0	4.0	28	68
-Respecto a la liberación de maíz transgénico a nivel comercial	5.9	94.1	0.0	100.0	0.0	4	96

DA: De Acuerdo, EDA: En Desacuerdo, Con: Condicionado (Encuestados que respondieron “depende” sin dar otro tipo de detalle), TaF: Total a Favor, TeC: Total en Contra.
 Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta.

Cuadro 2. Perspectiva de los científicos respecto al tipo de impacto probable de la siembra de maíz u otros cultivos transgénicos en el campo mexicano.

Tipo de impacto	Técnicos (%)				Sociales (%)			
	P	SI	N	MN	P	SI	N	MN
-Impacto general en el campo mexicano	20.0	13.3	46.7	20.0	0	12.5	37.5	50.0
-Impacto de la siembra de maíz transgénico en México	6.3	12.5	41.7	31.3	0	12.5	25.0	62.5
-Impacto en la economía campesina	6.7	20.0	46.7	26.7	0	0	25.0	75.0
-Impacto en la alimentación campesina	6.3	25.0	56.3	12.5	0	12.5	25.0	62.5

P: Positivo; SI: Sin impacto; N: Negativo; MN: Muy negativo

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta.

Dentro del grupo de los científicos especialistas en aspectos técnicos, es notable que la mayor preocupación fue concerniente a la dispersión de polen y la consecuente pérdida de diversidad genética; la economía campesina y los aspectos de propiedad intelectual, ocuparon el segundo lugar. Los científicos sociales, manifestaron que la repercusión más importante de este tipo de cultivos, es sobre la soberanía alimentaria; de igual manera, el segundo lugar fue ocupado por los conflictos en torno a la propiedad intelectual (Cuadro 3).

Ya que una de las mayores preocupaciones gira en torno a la dispersión de polen, sobre todo, de maíz transgénico a variedades nativas, se preguntó sobre el nivel de riesgo considerado por los científicos (Cuadro 4). La mayoría de expertos en temas sociales, consideró que el riesgo de dispersión de genes es muy alto, mientras que, entre los expertos en áreas técnicas, existe mayor diversidad de opiniones, que va desde quienes consideran que el riesgo es nulo, hasta quienes consideran que el riesgo es alto.

Quienes apoyan la siembra de semillas transgénicas, establecen que “no pasa nada si se dispersan” o bien, que “no implican mayor riesgo que sembrar cualquier otra variedad introducida” y que el uso de este tipo de semillas, “si se

Cuadro 3. Consecuencias posibles de la liberación de cultivos transgénicos, mencionadas por los expertos.

	Técnicos (%)	Sociales (%)	Promedio (%)
Dispersión de polen	29.4	12.5	21.0
Pérdida de soberanía alimentaria	17.6	37.5	27.6
Afectaciones ambientales/desequilibrio ecológico	5.9	12.5	9.2
Erosión genética (pérdida de diversidad genética)	29.4	0.0	14.7
Impacto en la economía campesina	23.5	0.0	11.8
Conflictos por propiedad intelectual	23.5	25.0	24.3
Otras (sin especificar)	17.6	12.5	15.1

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta.

Cuadro 4. Riesgo de dispersión de transgenes de acuerdo a expertos.

	Muy alto (%)	Alto (%)	Medio (%)	Bajo (%)	Nulo (%)
Social	75.0	25.0	0	0	0
Técnico	35.3	35.3	11.8	11.8	5.9
Total	48.0	32.0	8.0	8.0	4.0

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta.

mantiene la esencia del estilo agrícola de las comunidades indígenas sumará riqueza genética". De manera específica acerca de los beneficios de esta tecnología, 88% de los participantes, declaró que los cultivos transgénicos, no benefician a los agricultores y la totalidad de los científicos sociales y 82.4% de los técnicos, apoyan esta opinión. Los expertos con opinión "a favor", mencionaron que los cultivos OGM, son una estrategia para modernizar el campo mexicano para mejorar la producción de alimentos y que los principales beneficios son de carácter ambiental, al representar una alternativa al extendido uso de agroquímicos tóxicos, al representar menor riesgo para la salud humana y animal. Aquellos en contra, declararon que no existe ningún beneficio, puesto que los problemas de los agricultores, pueden abordarse desde otros enfoques. Con respecto a si considera que es posible la liberación de transgénicos en comunidades indígenas y su interés, 23.5% de los científicos del área técnica y 50% del área social, opinaron que no existe interés en sembrar transgénicos en comunidades indígenas. Aquellos que, por lo contrario, consideraron que es posible la introducción de transgénicos en territorio indígena, opinaron que el principal interés, es favorecer los negocios de las compañías semilleras trasnacionales. En menor medida, entre los científicos del área técnica, algunos consideraron también la búsqueda de aumento de la productividad del campo. Específicamente, 64.7% de los entrevistados del área técnica, respondieron que el interés de la introducción de transgénicos en comunidades indígenas, era para los negocios de las compañías trasnacionales, contrastando con 50% de los del área social. De los del área técnica, 11.8% respondieron que el interés era aumentar la productividad en el campo indígena, 5.9% declaró que era para resolver los problemas de plagas, otro 5.9% respondió que se buscaba mejorar la seguridad alimentaria de dichas zonas, otro 5.9%, respondió que se busca tener mayor control sobre los territorios indígenas; mientras que la otra mitad de los científicos del área social, consideran que no existe interés en introducir transgénicos en comunidades indígenas, frente a 23.5% de los encuestados del área técnica. El 87.5% de los científicos sociales y 76.5% de los científicos técnicos encuestados, considera que los cultivos transgénicos en general, representan una amenaza para los pueblos indígenas, lo que representa 80% del total de encuestados. El 84%, piensa que no hay conocimiento sobre tecnología transgénica en las comunidades y que es tarea, principalmente, de

las instituciones gubernamentales informar sobre estas tecnologías, para que las comunidades indígenas, participen activamente en la toma de decisiones.

DISCUSIÓN

Las opiniones y críticas en contra de la liberación de semillas transgénicas, suelen asumirse como “a-científicas” y subjetivas, sobre todo, por parte de aquellos que promueven el uso de esta tecnología (Qaim, 2016). Se observa que, en el caso de México, una parte de la comunidad científica, se encuentra en desacuerdo. Estas opiniones desfavorables hacia la siembra de cultivos transgénicos, pueden deberse en gran medida, a la falta de información concluyente sobre los impactos a mayor escala y a que los análisis de riesgo, no abarcan la amplia gama de aspectos que están involucrados en la liberación de OGM. Es decir, que el rechazo hacia esta tecnología, está correlacionado con el nivel de conocimiento que se tiene sobre el conjunto total de dimensiones que abarca este tipo de tecnología (Lucht, 2015; Meillet *et al.*, 2015).

Los científicos, revelaron mayor preocupación por aspectos relacionados con su área de especialidad, lo que implica que sus opiniones, tienen fundamento en sus respectivas líneas de investigación. Sin embargo, cabe mencionar que los especialistas en temas sociales, son quienes consideran riesgos más altos porque dan gran importancia a los aspectos culturales de la agricultura en las regiones campesinas e indígenas del país, aspectos que podrían desaparecer (Stone, 2011; Kranthi y Stone, 2020). La diferencia de opiniones relacionada al área de especialidad, también lo reportaron Palmieri *et al.*, (2020). Dado que el tema es muy polémico, las disputas sociales en torno a los OMG, probablemente seguirán siendo un tema de interés público y académico en un futuro próximo (Motta, 2014).

Es notable que la comunidad científica, especialista en agrobiotecnología, seguridad alimentaria y mejoramiento genético, en su mayoría, se oponga al uso extendido de tecnología transgénica en el campo mexicano; sobre todo, cuando en la ley correspondiente se establece que la toma de decisiones será orientada por “los conocimientos, las opiniones y la experiencia de los científicos, particularmente los del país” (Nueva Ley DOF 18-03-2005, 2005). Si a este hecho, se suma que el 100% de los encuestados y dos de los entrevistados, percibe que la legislación mexicana, es deficiente en temas de bioseguridad, se evidencia la desarticulación entre quienes generan conocimiento y quienes toman las decisiones.

El discurso recurrente, respecto a los territorios destinados a la siembra de transgénicos plantea que, es prácticamente imposible, la introducción de estos cultivos en territorios indígenas, puesto que la LBOGM, permite el establecimiento de zonas libres de OGM para protección de productos agrícolas y de la biodiversidad; adicionalmente, considera el derecho de las comunidades, a la consulta previa, así como estudios sobre las consideraciones socioeconómicas.

Estas, son las ideas que defienden los científicos que apoyan abiertamente el uso de transgénicos en el campo mexicano. Se cita de manera textual una de las opiniones recabadas: “Desde el inicio no es posible. Existen zonas en las cuales, desde la definición de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, no se permite la liberación; por tanto, desde mi punto de vista no hay posibles consecuencias de la introducción de cultivos transgénicos en una comunidad indígena, porque ni siquiera hay posibilidad de que se permita esta liberación en esta zona.”

En contraste con las opiniones anteriores, aquellos que se oponen al uso de este tipo de tecnología, manifiestan que, “sí es posible que se liberen cultivos transgénicos en zonas indígenas, con el fin de romper su autonomía, su soberanía en la producción y consumo de alimentos, volverlos dependientes de las grandes empresas, ocupar y dominar sus territorios; o que ocurra una introducción involuntaria por un manejo inadecuado de la semilla por parte de los mismos agricultores”.

Si bien se piensa que no existe interés por introducir cultivos transgénicos en zonas indígenas y que la ley protege dichas áreas, la evidencia que proveen los procesos de solicitud y resolución de permisos de siembra de cultivos transgénicos (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-SENASICA, 2015), revelan que los estatutos no han sido respetados. En mayo de 2012, fue otorgado el permiso de liberación de Soya Solución Faena®, sin considerar que se invadía territorio indígena y que se comprometían las actividades económicas de comunidades Maya, Huasteca, Náhuatl, Pame, Tepehua, Popoluca, Totonaca, Chol, Mame, Tzeltal, Tzotzil en los Estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz y Chiapas, lo cual vulneró el derecho a la consulta previa, libre e informada (Comisión Nacional de los Derechos Humanos-CNDH y González-Pérez, 2015). Esto demuestra, que se busca expandir el área de siembra de eventos transgénicos y ya no solo abarcar territorios del norte del país, donde se practica un tipo de agricultura mayormente industrial; aunque también en estos territorios, existen implicaciones latentes (Chauvet y Lazos, 2014).

En México, continuamente se pone en duda el proceder del Estado a través de sus actores e instituciones, traducido en desconfianza general y carencia de legitimidad gubernamental (Morales, 2015). Por lo tanto, además de un marco regulatorio deficiente, la manera de hacer política, no es confiable, lo que pone en duda, las motivaciones de las instancias gubernamentales. Estas, sostienen un paradigma de desarrollo neoliberal que promueve la industrialización, la privatización de recursos naturales y favorece a las empresas biotecnológicas (Fischer *et al*, 2015; Bogert *et al.*, 2022), generalmente, por encima de los intereses de los pequeños agricultores, cuyos usos y costumbres, se contraponen a las dinámicas propuestas por las empresas.

En este sentido, se ha establecido que el rechazo hacia nuevas tecnologías agrícolas y alimenticias, se encuentra correlacionado con la ideología política y económica y que una vez formada la opinión, resulta difícil que esta se modifique (Lucht, 2015). Esto lleva al debate sobre los cultivos transgénicos a otro nivel y complica el consenso entre la comunidad científica, consumidores, agricultores y legisladores.

Actualmente, la biotecnología evoluciona y encuentra maneras de mitigar los riesgos que conlleva la liberación de semillas genéticamente modificadas (Fernández-Cornejo *et al.* 2014; Kumar *et al.*, 2020); por ejemplo, a través de la introducción de las modificaciones en los cloroplastos para evitar el flujo de genes vía polen (Daniell *et al.*, 2005; Gressel, 2014), la inserción de eventos apilados para evitar el desarrollo de resistencia en plantas o insectos o bien al añadir características que resuelvan los problemas que más preocupan a los agricultores (Chauvet y Lazos, 2014; Lazos, 2014). Sin embargo, la radicalización de opiniones, puede impedir el avance de esta disciplina científica, sobre todo, si quienes opinan, no tienen el suficiente, correcto y actualizado conocimiento sobre los organismos genéticamente modificados y sus implicaciones a la ecología, comunidades indígenas, economía campesina y soberanía alimentaria en México.

CONCLUSIONES

Continuamente se menciona que, el rechazo hacia los cultivos transgénicos, parte desde una posición fundamentalista, sobre todo, de consumidores y ambientalistas mal informados. La evidencia surgida de este estudio, demuestra que, en el caso de México, no es así, puesto que la mayoría de expertos en agrobiotecnología, mejoramiento genético y temas alimentarios, que participaron en el estudio, opinaron que existen muchos riesgos frente a la liberación de cultivos transgénicos, actualmente disponibles en el mercado, especialmente al tratarse de maíz.

El rechazo hacia estas variedades, está relacionado con la falta de confianza en la legislación y las políticas de las empresas que desarrollan y venden las semillas transgénicas, no hacia la biotecnología. De este modo, se abren posibilidades para la generación de tecnologías que no comprometan los ecosistemas, las variedades locales, el conocimiento tradicional, la autonomía indígena o la economía local. Una vez cubiertos estos aspectos, la actitud frente a los cultivos transgénicos o tecnología novedosa, podría cambiar y ser más favorable. Las opiniones e inquietudes de los científicos especialistas en áreas sociales y técnicas, recabadas en esta investigación, deben ser tomadas en cuenta para la elaboración de los estudios de impacto y análisis de riesgo “caso por caso” y “paso por paso” que establece la LBOGM, de manera que consideren todas las dimensiones en donde la introducción de cultivos transgénicos puede incidir. El contraste de opiniones, resulta útil para ampliar el panorama de todos aquellos involucrados e interesados en estos temas y para promover un desarrollo

científico y tecnológico interdisciplinario y multidimensional. De esta forma, se podrá defender, proteger, valorar y emplear los recursos propios, así como encontrar la manera de utilizar la nueva tecnología disponible a favor de los intereses de los grandes y pequeños productores.

REFERENCIAS

- Agapito-Tenfen SZ, Wickson F. 2018. Challenges for transgene detection in landraces and wild relatives: learning from 15 years of debate over GM maize in Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 27(3). 539-566. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1471-0>.
- Aleksejeva I. 2014. EU Experts' Attitude Towards Use of GMO in Food and Feed and Other Industries. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 110: 494-501. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.893>.
- Bevanda L, Žilić M, Ećimović B, Matković V. 2017. Public opinion toward GMOs and biotechnology in Bosnia and Herzegovina. *In: Badnjevic, A. (eds) CMBEBIH 2017. IFMBE Proceedings*, vol 62. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4166-2_70
- Bogert JM, Ellers J, Lewandowsky S, Balgopal MM, Harvey JA. 2022. Reviewing the relationship between neoliberal societies and nature: implications of the industrialized dominant social paradigm for a sustainable future. *Ecology and Society*. 27(2). 7. <https://doi.org/10.5751/ES-13134-270207>.
- Brookes G, Barfoot P. 2018. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2018. PG Economics Ltd. <https://agrobio.org/sites/default/files/2021-10/globalimpactfinalreportJuly2020.pdf>.
- Castellanos E, Bergstresser S. 2016. The Mexican and Transnational Lives of Corn: Technological, Political, Edible Object. *In: Edible identities: Food as Cultural Heritage*; Brulotte RL & Di Giovine MA (eds). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315578781>. pp: 201-218.
- Chauvet M, Lazos E. 2014. El maíz transgénico en Sinaloa: ¿tecnología inapropiada, obsoleta o de vanguardia? Implicaciones socioeconómicas de la posible siembra comercial. *Sociológica (México)*. 29(82). 7-44.
- CNDH, González-Pérez LR. 2015. Recomendación sobre el caso de vulneración al derecho a una consulta libre, previa e informada, en perjuicio de diversas comunidades indígenas. <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/prensa/comunicados/RESUMEN-RECOMENDACION-23.pdf>.
- Colmenares C, Ortiz S. 2015. Report on Section II. D "Policies and Regulations in Mexico with Regard to Genetic Technology and Food Security": Country Report: Mexico. *In: Norer R (eds). Genetic Technology and Food Safety*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-23995-8_11. pp: 355-376.
- Daniell H, Kumar S, Dufourmantel N. 2005. Breakthrough in chloroplast genetic engineering of agronomically important crops. *Trends in biotechnology*. 23(5). 238-245.
- Desaint N, Varbanova M. 2013. The use and value of polling to determine public opinion on GMOs in Europe. *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain*. 4(3). 183-194. <http://dx.doi.org/10.4161/gmcr.26776>.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1995. NOM-056-FITO-1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen los requisitos fitosanitarios para la movilización nacional, importación y establecimiento de pruebas de campo de organismos manipulados mediante la aplicación de ingeniería genética. 20 de diciembre de 1995.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados - LBOGM. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>.
- Duncan B, Leyva-Guerrero E, Werk T, Stojšin D, Baltazar BM, García-Lara S, Zavala-López M, de la Fuente-Martínez JM, Meng Ch. 2019. Assessment of potential impacts associated with gene flow from transgenic hybrids to Mexican maize landraces. *Transgenic Research*. 28. 509-523. <https://doi.org/10.1007/s11248-019-00160-3>.
- Ekborg M. 2008. Opinion building on a socio-scientific issue: the case of genetically modified plants. *Journal of Biological Education*. 42(2). 60-65. <https://doi.org/10.1080/00219266.2008.9656112>

- Fernandez-Cornejo J, Wechsler S, Livingston M, Mitchell L. 2014. Genetically Engineered Crops in the United States. USDA-ERS Economic Research Report (162). Available at SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2503388>. 60 p.
- Fischer K, Ekener-Petersen E, Rydhmer L, Björnberg KE. 2015. Social impacts of GM crops in agriculture: A systematic literature review. *Sustainability*, 7(7). 8598-8620. <https://doi.org/10.3390/su7078598>.
- Foyer J, Bonneuil C. 2014. Mexican Biosafety as a “performance of seriousness”: Distancing and the Transgenic “contamination” of Mexican Maize. *HALSHS-01092208f*. <https://shs.hal.science/halshs-01092208>.
- Gressel J. 2014. Dealing with transgene flow of crop protection traits from crops to their relatives. *Pest Management Science*. 71(5). 658-667. <https://doi.org/10.1002/ps.3850>.
- Hofmann F, Otto M, Wosniok W. 2014. Maize pollen deposition in relation to distance from the nearest pollen source under common cultivation - results of 10 years of monitoring (2001 to 2010). *Environmental Science Europe*. 26. 24. <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0024-3>.
- Hulse JH. 2004. Biotechnologies: past history, present state and future prospects. *Trends in Food Science and Technology*. 15(1). 3-18.
- ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications). 2014. Q and A About Genetically Modified Crops-Pocket K. <https://isaaa.org/resources/publications/pocketk/1/default.asp>.
- Kranthi KR, Stone GD. 2020. Long-term impacts of Bt cotton in India. *Nature plants*, 6. 188-196. <https://www.nature.com/articles/s41477-020-0615-5>.
- Kumar K, Gambhir G, Dass A, Tripathi AK, Singh A, Jha AK, Yadava P, Choudhary M, Rakshit, S. 2020. Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*, 251. 1-27.
- Lazos E. 2014. Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: el caso de Tlaxcala. *Sociológica (México)*. 29(83). 201-240.
- Lucht JM. 2015. Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. *Viruses*. 7(8). 4254-4281. <https://doi.org/10.3390/v7082819>.
- Martínez JL. 2011. Avances en la experimentación de cultivos transgénicos. *In: Memorias del Foro de Consulta sobre Ingeniería Genética de Organismos Genéticamente Modificables*, Palacio Legislativo de San Lázaro 12 de mayo 2010. 98 - 104, México DF. CEDRSSA.
- Massieu-Trigo YC. 2009. Cultivos y alimentos transgénicos en México: El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas. *Argumentos*. 22(59). 217-243. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952009000100008&lng=es&tlng=es
- Meillet A, Angevin F, Bensadoun A, Huby G, Monod H and Messéan A. 2015. Design of a decision support tool for managing coexistence between genetically modified and conventional maize at farm and regional levels. *Ecological Informatics*. 30. 379-388. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.09.014>.
- Morales MA. 2015. ¿Es posible reducir la desconfianza política en México? El caso mexicano (1996-2004). *Revista Mexicana de Opinión Pública*. 18. 52-68.
- Motta R. 2014. Social Disputes over GMOs: An Overview. *Sociology Compass*. 8(12). 1360-1376. <https://doi.org/10.1111/soc4.12229>.
- Mullaney EG. 2014. Geopolitical Maize: Peasant Seeds, Everyday Practices, and Food Security in Mexico. *Geopolitics*. 19(2). 406-430. <https://doi.org/10.1080/14650045.2014.920232>.
- Mullins E., Bresson JL, Dalmay T, Crawford I, Epstein M, George L, Guerche P, Hejatko J, Moreno FJ, Naegeli H, Nogué F, Rostoks N. 2022. Updated scientific opinion on plants developed through cisgenesis and intragenesis. *European Food Safety Authority (EFSA) Journal*. 20(10). 1-33. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7621>.
- Naegeli H, Birch AN, Casacuberta J, De Schrijver A, Guerche P, Jones H, Manachini B, Messéan A, Ebbesen E, Nogué F, Robaglia C, Rostoks N, Sweet J, Paraskevopoulos K. 2017. Scientific Opinion on application EFSA-GMO-BE-2013-118 for authorisation of genetically modified maize MON 87427 × MON 89034 × 1507 × MON 88017 × 59122 and subcombinations independently of their origin, for food and feed uses, import and processing submitted under Regulation (EC) No 1829/2003 by Monsanto Company. *EFSA Journal*. 15(8). 1-32. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4921>.
- Palmieri N, Simeone M, Russo C, Perito MA. 2020. Profiling young consumers' perceptions of

- GMO products: A case study on Italian undergraduate students. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 21: 100224. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100224>.
- Qaim M. 2016. The Complex Public Debate. *In: Genetically Modified Crops and Agricultural Development*. Palgrave Studies in Agricultural Economics and Food Policy. Palgrave Macmillan: New York. https://doi.org/10.1057/9781137405722_7. pp: 135-163.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2015. Estatus de solicitudes de permisos de liberación al ambiente de OGM. <http://www.senasica.gob.mx/?id=5586>.
- Stone GD. 2011. Field versus farm in Warangal: Bt cotton, higher yields, and larger questions. *World Development*. 39(3). 387–398.
- Vallaey V, Tyson R, Lane WD, Deleersnijder E, Hanert E. 2017. A Lévy-flight diffusion model to predict transgenic pollen dispersal. *Journal of the Royal Society Interface*. 14. 20160889. <https://doi.org/10.1098/rsif.2016.0889>.
- Wilson A. 2015. Contesting the Future of the Campo Mexicano: Food Sovereignty and the Cultural Politics of Transgenic Corn. Thesis Doctor of Philosophy. Chapel Hill, NC: University of North Carolina at Chapel Hill Graduate School. <https://doi.org/10.17615/bjz1-c103>.
- Wunderlich S, Gatto KA. 2015. Consumer Perception of Genetically Modified Organisms and Sources of Information. *Advances in Nutrition* 6(6). 842-851. <https://doi.org/10.3945/an.115.008870>.