



Protocolo para garantizar la libre determinación, en el marco del mecanismo de consulta a pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables, con relación a las solicitudes de liberación al ambiente de Organismos Genéticamente Modificados (OGM)

Contenido

I. Introducción

- 1.1** Considerandos
- 1.2** Siglas y acrónimos

II. Bioseguridad de los OGM

- 2.1** Marco Jurídico
 - a) Normativa internacional
 - b) Normativa nacional
 - c) Estándares de derechos humanos relacionados con la bioseguridad de los OGM
 - d) Estándares de derechos humanos de pueblos indígenas, relacionados con la bioseguridad de los OGM
- 2.2** Principios en materia de bioseguridad de los OGM
 - a) Principio precautorio como eje toral
 - b) Otros principios inextricables

III. Derecho a la participación de los pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables

- 3.1** Marco jurídico
- 3.2** Características de la consulta y el consentimiento
 - a) Materia y objeto
 - b) Principios
 - c) Condiciones mínimas para la validez de los procesos

IV. Procedimientos previos a la consulta

- 4.1** Criterios de procedencia
- 4.2** Diagnóstico de factibilidad

V. Inicio y desarrollo del proceso de la consulta

- 5.1** Etapa preparatoria



- a) Identificación de actores involucrados
- b) Programa de actividades
- c) Presupuesto y financiamiento
- d) Compromisos de las partes

5.2 Estudios de impacto

- a) Aspectos operativos
- b) Resultados

5.3 Definición del tipo de proceso consultivo

VI. Desarrollo del proceso

6.1 Fase 1: Acuerdos previos

6.2 Fase 2: Informativa

6.3 Fase 3: Deliberativa

6.4 Fase 4: Consultiva y de Acuerdos

6.5 Fase 5: Seguimiento de Acuerdos

VII. Anexos





I. Introducción

De conformidad con el artículo 108 de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), la Comisión intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem) cuenta con la facultad de establecer los mecanismos para realizar la consulta y participación de los pueblos y comunidades indígenas asentadas en territorios donde se pretenda la liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados (OGM), considerando el valor de la diversidad biológica.

En atención a lo anterior, la Cibiogem estableció en 2014, mediante el acuerdo CIBIOGEM/ORD/02/2014-06, el “Protocolo de consulta a pueblos y comunidades indígenas asentadas en las zonas donde se pretenda la liberación de organismos genéticamente modificados (OGMs)”. Este instrumento pretendió ser un medio para el cumplimiento de las obligaciones del Estado mexicano en materia de derechos humanos, en particular, los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables. No obstante, la Cibiogem y su Secretaría Ejecutiva incurrieron en omisiones al respecto, en el sentido de que el Protocolo en mención jamás se aplicó durante los procesos de consulta a comunidades indígenas que esta instancia llevó a cabo durante el periodo de 2015 a 2018.

Además, es importante destacar que la LBOGM fue publicada desde 2005 y fue hasta 2014 que la Cibiogem hizo ejercicio de su competencia en materia de consulta a pueblos y comunidades indígenas, derivado de diversas demandas de amparo interpuestas por personas de comunidades indígenas de la península de Yucatán que vieron afectados sus derechos por la liberación al ambiente de soya genéticamente modificada tolerante al glifosato. En los hechos, ello implica que, de 2005 al 2015, se otorgaron diversos permisos de liberación al ambiente de OGM, de distintos OGM, incluidos eventos transgénicos de maíz, en el territorio nacional sin que se llevara a cabo consulta alguna a las comunidades indígenas; en tanto que, de 2015 a 2018, se realizaron procesos de consulta *a posteriori* del otorgamiento de un permiso de liberación al ambiente de soya GM, tolerante al glifosato, en fase comercial (en las fases experimental y de programa piloto no se hicieron las consultas correspondientes); y también que, de 2015 a 2018, se hicieron procesos de consulta apócrifos, pues no aplicaron el Protocolo autorizado por la Cibiogem, y que se presentaron como válidos para emitir diversos permisos de liberación al ambiente de algodón GM en distintas fases. Tales hechos constituyen violaciones irreparables de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables del país.

Es relevante señalar que en México las disposiciones en la materia se encuentran dispersas en diferentes leyes y ordenamientos. El marco jurídico básico de referencia incluye la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales, la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, la Declaración Americana sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, la Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y diversas sentencias de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. Hasta



ahora no se ha realizado una armonización legislativa en la materia y sólo las entidades federativas de San Luis Potosí, Durango, Oaxaca y Quintana Roo cuentan con una ley procesal que determina las directrices para el cumplimiento de los estándares internacionales. En consecuencia, en materia de bioseguridad de los OGM, se estima necesaria la emisión de un Protocolo que sirva como una herramienta guía que registre los conceptos fundamentales y brinde los criterios y avances jurisprudenciales que garanticen el cumplimiento de las obligaciones del Estado respecto a los derechos humanos y de bioseguridad de los OGM.

En 2019, la Secretaría Ejecutiva de la Cibiogem propuso ante su Comité Técnico (CT) que se retomaran los trabajos del “Subcomité Especializado para actualizar el mecanismo de consulta de pueblos y comunidades indígenas asentadas en zonas donde se pretenda la liberación de organismos genéticamente modificados” (GT-108). El CT tuvo a bien aprobar la propuesta a través del acuerdo CT/ORD/01-02/2019-12, con la finalidad de actualizar el mecanismo para realizar la consulta y participación de los pueblos y comunidades indígenas asentadas en las zonas donde se pretenda la liberación de OGM.

Así, el GT-108 fue constituido con la participación de representantes expertos de la de Administración Pública Federal (APF), el sector social y la academia, personas especialistas en el tema, entre ellos, personas de pueblos indígenas. Para el cumplimiento de su objeto, el GT-108 estableció un plan de trabajo que permitiera, en diferentes sesiones, verter elementos jurídicos, técnicos, científicos y administrativos para actualizar el protocolo de 2014 bajo los más altos estándares de derechos humanos, nacionales e internacionales.

Todas las actividades de la Cibiogem, su Secretaría Ejecutiva y sus órganos técnicos y de consulta operan bajo un enfoque integral de bioseguridad de los OGM, acorde a los principios, misión, visión y valores de la Cibiogem. Particularmente, la bioseguridad de los OGM, en el ámbito de la consulta a pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables, atiende al cumplimiento de las obligaciones del Estado mexicano en materia de derechos humanos, ponderando el bienestar humano y la protección ambiental y de los bienes naturales, por encima de cualquier interés particular en el marco de las actividades con OGM que puedan actuar en detrimento de los derechos colectivos de la personas, con énfasis en la población históricamente vulnerable de los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanos. Así, la Cibiogem, su Secretaría Ejecutiva, las autoridades en materia de bioseguridad de los OGM y cualquier otra autoridad involucrada en el proceso deberán actuar como entidades responsables y garantes de los derechos de estos pueblos y comunidades.

En este sentido, el presente instrumento, producto del trabajo especializado del GT-108, establece los criterios guía de actuación y los mecanismos para determinar las acciones necesarias para, en su caso, implementar el proceso de consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada a los pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables, en cuyos territorios se pretenda la liberación al ambiente de OGM. Este documento deberá ser ampliamente difundido y deberá ser presentado a las personas que,



en su caso, deban ser consultadas ante la posible liberación de OGM en sus territorios. Además, cuando la consulta sea procedente, se deberán tomar acuerdos particulares con cada pueblo, comunidad o comunidades, que corresponda, para la adopción de los programas de trabajo de consulta específicos, los cuales deberán contener los acuerdos particulares y las medidas necesarias para el respeto a la libre determinación de los pueblos y comunidades, así como, para garantizar su derecho a la participación.

Adicionalmente, el grupo de trabajo incluyó algunas recomendaciones en cuanto al fomento de la participación social, con énfasis en personas indígenas, el cual se incluye en el presente documento como Anexo 1.

1.1 Considerandos

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos contempla en su artículo 1o. la protección más amplia de los derechos Humanos estableciendo que “todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte...”;

Que los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables están ampliamente reconocidos en la CPEUM, en sus artículos 1o. y 2o.; donde el derecho a su libre determinación constituye un elemento fundamental para su vida y su cultura, y, en consecuencia, para la coexistencia de la gran diversidad cultural y la riqueza biocultural de nuestro país.

Que las y los servidores públicos del Estado mexicano tienen la obligación constitucional de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos, tomando en cuenta en todo momento los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

Que el bloque de constitucionalidad, que brinda la más amplia protección de derechos humanos a las y los mexicanos, contempla la aplicación del principio precautorio en virtud del artículo 1o. y 4o. de la CPEUM, para garantizar el derecho a un medio ambiente sano y que dicho principio precautorio se sustenta en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de mil novecientos noventa y dos.

Que, en materia de bioseguridad de los OGM, el principio precautorio está reconocido en el artículo 9, fracción IV de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) y su aplicación es una base fundamental en la toma de decisiones en esta materia, toda vez que la liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados y su paquete tecnológico asociado, conlleva riesgos potenciales a la salud, al ambiente y las dinámicas socioeconómicas y culturales de la población en general y de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, en particular.



Que la Cibiogem ha tenido a bien adoptar una serie de principios, misión, visión y valores, en donde se reconoce el enfoque integral de bioseguridad de los OGM para cumplir con el propósito de procurar el bienestar general de la población, a través de la protección del ambiente, la diversidad biológica y la riqueza biocultural, la salud humana y la inocuidad alimentaria, además de otros aspectos.

Que, bajo el enfoque integral de Bioseguridad, se deben tomar en cuenta las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de la liberación al ambiente de OGM, para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, especialmente, en relación con el valor que la diversidad biológica tiene para las comunidades indígenas y locales, como se contempla en el artículo 26 del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica y en el artículo 108 de la LBOGM.

Que, en el pasado, se realizaron liberaciones al ambiente de OGM sin que se realizaran procesos de consulta previa, bajo los estándares internacionales y nacionales aplicables a la materia, además de que se llevaron a cabo algunos procesos, a partir de 2015, que no cubrían los criterios aprobados, en 2014, por la propia Cibiogem en el “Protocolo de consulta a pueblos y comunidades indígenas asentadas en las zonas donde se pretenda la liberación de organismos genéticamente modificados (OGMs)”; lo que constituye violaciones irreparables a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables.

Toda vez que el propósito principal del presente Protocolo es el respeto a la libre determinación de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, y la protección de sus derechos, se estima conveniente actualizar el mecanismo de consulta vigente, a fin de ampliar su contenido y alcance, por lo que se tiene a bien expedir el presente “Protocolo para garantizar la libre determinación, en el marco del mecanismo de consulta a pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, con relación a las solicitudes de liberación al ambiente de Organismos Genéticamente Modificados (OGM)”.





1.2 Siglas y acrónimos

APF	Administración Pública Federal
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CCPR	Comité de Derechos Humanos
CEDAW	Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer
CRC	Comité de los Derechos del Niño
CEACR	Comisión de Expertos en Aplicación de Convenios y Recomendaciones
CERD	Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial
CESCR	Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales
Cibiogem	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
CIDH	Comisión Interamericana de Derechos Humanos
CNDH	Comisión Nacional de los Derechos Humanos
Conahcyt	Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
DADPI	Declaración Americana sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas
DESCA	Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales
DNUDPI	Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GM	Genéticamente Modificado
GT-108	Subcomité Especializado para actualizar el mecanismo de consulta de pueblos y comunidades indígenas asentadas en zonas donde se pretenda la liberación de organismos genéticamente modificados
INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INPI	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas
LBOGM	Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
OACNUDH	Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	Organismos genéticamente modificados
OMS	Organización Mundial de la Salud
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PA	Procuraduría Agraria





PIDESC	Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales
PC	Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología
Sader	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SCJN	Suprema Corte de Justicia de la Nación
SEj-Cibiogem	Secretaría Ejecutiva de la Cibiogem
Senasica	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEP	Secretaría de Educación Pública
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

II. Bioseguridad de los OGM

La bioseguridad consta de todas aquellas acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención que se deben asumir en la realización de actividades con OGM, con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que dichas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica, incluyendo los aspectos de inocuidad de los OGM que se destinen al uso o consumo humano (Art. 3 fracción V de la LBOGM).

La Cibiogem, tuvo a bien aprobar en 2020 (CIBIOGEM/ORD/01/2020-07) el documento de principios, misión, visión y valores, que reconoce la relevancia de adoptar una visión integral en las políticas públicas de bioseguridad de los OGM, con la premisa central de procurar el bienestar general de la población, a través de la protección del ambiente, la diversidad biológica y la riqueza biocultural, la salud humana y la inocuidad alimentaria, resaltando las consideraciones socioeconómicas y culturales, con énfasis en aquellos aspectos a los que las comunidades indígenas asignen valores especiales; los derechos humanos como eje cardinal que debe regir cualquier actuación del Estado mexicano; el principio precautorio como base para establecer acciones en la materia, junto con otros principios aplicables a la materia, partiendo de un enfoque ético; la participación ciudadana, con énfasis en la participación de los pueblos indígenas y las comunidades rurales; el diálogo de saberes que trascienda la exclusividad del saber científico y técnico, para integrar el conocimiento social y humanístico, además de los saberes indígenas y locales; y, la difusión de la información de bioseguridad de los OGM a la que tenemos derecho todas las personas.

Además, en el enfoque integral de bioseguridad de los OGM se toman en cuenta los daños y riesgos, probados y potenciales, por la siembra, uso y consumo de los OGM; los daños y riesgos, probados y potenciales, por el uso y exposición a plaguicidas altamente peligrosos que forman parte del paquete tecnológico asociado a los OGM; así como, las alternativas





existentes que sean sostenibles en términos ambientales, sociales, económicos y culturales, tanto para las generaciones presentes, como las futuras.

En ese sentido, la bioseguridad de los OGM, bajo el enfoque integral, fortalece la soberanía alimentaria del país y respalda su defensa, reconociendo la especial relevancia que ello tiene para los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, así como para las comunidades agrarias del país. Lo anterior, en concordancia con la convicción de que los medios de garantía de esta capacidad y el desarrollo de sus cualidades,¹ contribuyen al pleno ejercicio del derecho a la alimentación adecuada y derechos conexos.

Por otro lado, conforme al marco normativo nacional e internacional se tienen las siguientes definiciones de biotecnología:

Artículo 2 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Por “biotecnología” se entiende 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.

Artículo 3, inciso i, del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (PC). Por “biotecnología moderna” se entiende la aplicación de: a Técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o b. La fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.

Artículo 3, fracción V de la LBOGM. Biotecnología moderna: Se entiende la aplicación de técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN y ARN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que supera las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional, que se aplican para dar origen a organismos genéticamente modificados, que se determinen en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

Así, la biotecnología involucra el uso y la manipulación de los organismos vivos y sus componentes para modificar sus habilidades o sus características, incluidos los OGM generados a partir de la transgénesis, así como, de la edición genómica. La definición de biotecnología abarca muchos instrumentos y técnicas, incluida la biología sintética, en

¹ Espinoza-Hernández, R. y D. Murcia. (2022). Soberanía Alimentaria. II. En: Contreras-Bustamante, R. y J. de la Fuente-Rodríguez (coords.). Facultad de Derecho, Universidad Nacional Autónoma de México. Tirant. Págs. 1675-1676.



tanto que sus aplicaciones han ido evolucionando a la par del avance del conocimiento en las múltiples disciplinas que sustentan esta rama del desarrollo tecnocientífico.

Tales desarrollos están orientados a la modificación genética de organismos, o al diseño y la generación de nuevos organismos (no naturales) y productos biotecnológicos de interés comercial. La bioseguridad de los OGM responde a los daños y riesgos, probados y probables, que el uso y consumo de desarrollos biotecnológicos implican para la salud humana, el ambiente y la diversidad biológica, así como el uso sustentable de los bienes naturales. Dado que existen incertidumbres sobre los impactos de las nuevas biotecnologías, es necesaria la realización de análisis prospectivos y periódicos, así como el seguimiento y la evaluación de las biotecnologías más recientes (incluyendo, a la edición genómica), desde un enfoque de precaución, que antepongan los contextos socioeconómicos y bioculturales mexicanos.

En el contexto de México, que es centro de origen y diversidad genética de muchos cultivos, y donde la riqueza biocultural es representativa del país, sin dejar de mencionar que todo ello puede ayudar a enfrentar distintos escenarios de cambio climático y aportar elementos a la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible, se busca que haya políticas públicas de bioseguridad de los OGM que sean amplias, suficientes y efectivas.

Los riesgos que, comúnmente, se evalúan ante el uso de los OGM, incluidos los de las nuevas biotecnologías, se pueden clasificar en dos categorías fundamentales: los riesgos hacia la salud humana y animal y los riesgos hacia el ambiente y la diversidad biológica. Por esta razón, las actividades que impliquen el uso de OGM y nuevas biotecnologías deben llevarse a cabo con plena observancia del principio precautorio² y de las obligaciones en materia de derechos humanos, para prevenir, mitigar o reducir posibles efectos adversos. Aunado a esto, las evaluaciones de riesgo de los OGM se deben realizar con la integración de criterios amplios, incluyendo los efectos del paquete tecnológico que, en su caso, estén asociados a los OGM (por ejemplo, el uso de plaguicidas altamente peligrosos como el glifosato), así como, las consideraciones socioeconómicas y culturales, todo ello adaptado al contexto nacional, de modo que dichas evaluaciones sean herramientas efectivas de bioseguridad de los OGM que derive en el cuidado de la salud humana, el ambiente y la diversidad biocultural.

Adicionalmente, en el contexto del Derecho indígena, se deben tomar en cuenta las evaluaciones de impacto cultural y social, con la respectiva participación de los sujetos de derecho; para lo cual se requiere desarrollar procedimientos adecuados e incluir los resultados en las evaluaciones de riesgo.

² Fundamento. Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, artículo 1 del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, Art. 9 frac. IV de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados y conforme a los Principios, Misión, Visión Y Valores de la Comisión Intersecretarial De Bioseguridad De Los Organismos Genéticamente Modificados del acuerdo CIBIOGEM/ORD/01/2020-07 de la CIBIOGEM.

Fuentes jurídicas sobre el principio precautorio:

<https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/documentos-y-actividades-en-bioseguridad/7-blog/934-repositorio-de-fuentes-juridicas-sobre-el-principio-precautorio>



Como lo refiere el Convenio 169 de la OIT en su artículo 7º, párrafo 3, “... los gobiernos deberán velar porque, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas”. Por su parte, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) indica la existencia de una serie de elementos o requisitos que deben ser considerados al momento de iniciar un proceso de consulta indígena, entre ellos, que deben existir “estudios imparciales y profesionales de impacto social, cultural y ambiental”.³

Por lo anterior, se debe considerar el impacto social y cultural en las evaluaciones de riesgo, con el fin de identificar y evitar que sean vulnerados los derechos e intereses de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables por los efectos de la liberación al ambiente de OGM. A este respecto se podrán consultar como referencia las Directrices voluntarias “Akwé: Kon” del Convenio sobre la Diversidad Biológica,⁴ sobre evaluaciones culturales y sociales.

2.1 Marco jurídico

a) Normativa internacional

La utilización y liberación al ambiente de OGM ha estado acompañada por una reflexión de diversos sectores que reconocen que el desarrollo de la biotecnología debe acompañarse de la aplicación de procedimientos de bioseguridad como la evaluación de riesgos. Esto ha llevado al establecimiento de acuerdos internacionales para el manejo responsable de estos organismos, incluyendo aspectos de salud y de protección al medio ambiente. Entre los acuerdos internacionales se encuentran los siguientes instrumentos:

- Convenio sobre la Diversidad Biológica. Es un tratado internacional jurídicamente vinculante firmado por México, el cual entró en vigor en 1993, sus tres objetivos principales son: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de

³ Protocolo de actuación para quienes imparten justicia en casos que involucren derechos de personas, comunidades y pueblos indígenas, México, SCJN, 2013, p. 20.

⁴ Las Directrices Akwé: Kon del Convenio sobre la Diversidad Biológica definen que una evaluación del impacto cultural es el “el proceso para evaluar los posibles impactos de un proyecto o desarrollo propuestos, acerca del modo de vida de un grupo particular o comunidad, con la plena intervención de los mismos y posiblemente emprendido por ellos. En una evaluación de esta naturaleza, se analizarán los impactos, tanto beneficiosos como adversos, de un desarrollo propuesto, que pudiera afectar, por ejemplo, a los valores, creencias, leyes consuetudinarias, idiomas, costumbres, economía, relaciones con el entorno local y especies particulares, organización social y tradiciones de la comunidad afectada.” Y por otra parte, en una evaluación del impacto social es definido como un “proceso para evaluar los probables impactos, tanto beneficiosos como adversos, de un desarrollo propuesto que puedan afectar a los derechos e intereses que tengan una dimensión económica, social, cultural, cívica y política, así como afectar al bienestar, vitalidad y viabilidad de una comunidad afectada - que es la calidad de vida de una comunidad medida en términos de varios indicadores socioeconómicos, tales como distribución de los ingresos, integridad física y social y protección de las personas y comunidades, niveles y oportunidades de empleo, salud y bienestar, educación y disponibilidad y calidad de la vivienda y alojamiento, infraestructura y de servicios”.





sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

- El Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del CDB, ratificado por México en 2002, entró en vigor en septiembre de 2003. Mediante el Protocolo de Cartagena, los países firmantes se comprometieron a establecer las regulaciones y las medidas necesarias para evaluar los movimientos transfronterizos de los OGM que pudieran tener efectos adversos sobre la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, considerando los aspectos de la salud humana. Asimismo, el Protocolo plantea su objetivo de conformidad con el enfoque de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: *“contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos”*.
- El Protocolo de Nagoya – Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, con el que se adopta un enfoque administrativo para proporcionar medidas de respuesta en aquellos casos en que haya daños o probabilidad suficiente de daños a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica como resultado de organismos vivos modificados cuyo origen provenga de movimientos transfronterizos.
- El *Codex Alimentarius* que es una colección reconocida internacionalmente de estándares, normas, códigos de prácticas, guías y otras recomendaciones relativas a los alimentos, su producción y medidas para asegurar la inocuidad alimentaria, con el propósito de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. Oficialmente, este código es mantenido al día por la Comisión del *Codex Alimentarius*, una instancia de la FAO y la OMS, ambos organismos pertenecientes a la Organización de Naciones Unidas (ONU). La Comisión del *Codex Alimentarius* conformó en 1999 un Grupo de Acción Intergubernamental Especial para trabajar sobre las guías asociadas a los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. Este grupo desarrolló las “Directrices para la Realización de la Evaluación de la Inocuidad de los Alimentos Obtenidos de Plantas de ADN Recombinante”, mismas que se acordaron en 2003 y a las que se añadieron dos anexos adoptados en 2008.⁵

⁵ Guías *Codex Alimentarius* sobre Alimentos obtenidos por medios biotecnológicos modernos <https://www.fao.org/publications/card/es/c/44265998-9540-5146-a41f-0f81f0679adf>



b) Normativa nacional

Entre otros instrumentos normativos, en México, las actividades con OGM se regulan con la LBOGM, que incluye e implementa los acuerdos establecidos en la legislación internacional, mediante tres tipos de actos administrativos:

i) Autorizaciones para la comercialización e importación para la comercialización de OGM. La autorización se refiere al acto administrativo mediante el cual la Secretaría de Salud, en el ámbito de su competencia y conforme a la LBOGM, autoriza un OGM, a efecto de que se pueda realizar su comercialización e importación para su comercialización, así como su utilización con finalidades de salud pública o de biorremediación. La reglamentación y lo relativo a la evaluación de inocuidad para la obtención de las autorizaciones que expide la Secretaría de Salud, a través de la COFEPRIS, está contenida en los artículos 91 al 97 de la LBOGM, donde se detallan los requisitos que deben de presentar quienes solicitan una autorización.

ii) Permisos para la liberación al medio ambiente de OGM. Es el acto administrativo que le corresponde emitir a la Semarnat o a la Sader, en el ámbito de sus respectivas competencias y conforme a la LBOGM, necesario para la realización de la liberación al ambiente en fases experimental, programa piloto, y comercial, así como, para la importación de OGM para realizar dichas actividades. Las etapas de liberación al ambiente se describen a continuación:

Liberación experimental:⁶ Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, siempre que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, exclusivamente para fines experimentales, en los términos y condiciones que contenga el permiso respectivo.

Liberación en programa piloto:⁷ Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, con o sin medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que constituye la etapa previa a la liberación comercial de dicho organismo, dentro de las zonas autorizadas y en los términos y condiciones contenidos en el permiso respectivo.

Liberación comercial:⁸ Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, sin que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como

⁶ Artículo 3, fracción XVII de la LBOGM.

⁷ Artículo 3, fracción XVIII de la LBOGM.

⁸ Artículo 3, fracción XVI de la LBOGM.



barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que se realiza con fines comerciales, de producción, de biorremediación, industriales y cualesquiera otros distintos de la liberación experimental y de la liberación en programa piloto, en los términos y condiciones que contenga el permiso respectivo.

iii) Avisos para la utilización confinada de OGM. Es la comunicación que deben presentar quienes manejen, generen y produzcan OGM en confinamiento con fines industriales o de enseñanza e investigación científica y tecnológica. El Aviso se presenta, con los formatos oficiales, a la Semarnat o a la Sader, según el OGM del que se trate y de acuerdo al ámbito de competencia que corresponda. Lo anterior, conforme a los artículos 73 al 85 de la LBOGM.

Otros instrumentos normativos son:

- Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
- Reglamento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados.
- Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados.

c) Estándares de derechos humanos relacionados con la bioseguridad de los OGM

En concordancia con el enfoque integral de bioseguridad de los OGM, para proteger la salud de las y los mexicanos, así como, el ambiente y la riqueza biocultural, ante los efectos adversos que pudieran presentar las actividades con OGM, es prioritario incluir un enfoque de derechos humanos en cuanto a la generación y aplicación de las políticas públicas relacionadas a la bioseguridad de los OGM a nivel nacional.⁹

Tratándose de OGM, es muy importante que las autoridades en materia de bioseguridad cuiden, en todo momento, que no exista una vulneración directa de los derechos humanos, como resultado de la liberación al ambiente de OGM. Asimismo, es fundamental reconocer y considerar que el uso de determinados herbicidas es parte del paquete tecnológico que, en lo general, acompaña los cultivos GM. Tomando en cuenta que los estudios de impacto y el análisis de riesgos no contemplan los efectos de este paquete tecnológico, es fundamental que, ante una posible vulneración a la salud o daño al medio ambiente, se vigilen dichos efectos.

Cabe resaltar que el uso de herbicidas reporta impactos sobre la salud humana y animal por toxicidad aguda y toxicidad crónica, también se ha detectado la presencia de herbicidas en fluidos y tejidos en seres humanos y en animales. En cuanto a los efectos ambientales, existen muchas referencias de los efectos que los herbicidas acarrearán en suelos y agua, así como, en poblaciones de insectos y polinizadores. A todo lo anterior, se suman las

⁹ <https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/normatividad/estandares-dh-bioseguridad>



evidencias de la presencia de estos agrotóxicos en alimentos y los impactos sobre las dinámicas sociales, económicas y culturales (Anexo 2).

El uso del paquete tecnológico asociado a los OGM puede perjudicar la salud humana y comprometer el bienestar de la población, particularmente, de población vulnerable (como personas indígenas, campesinas, jornaleras agrícolas; además de niños, niñas y adolescentes), dañar la biodiversidad, alterar el equilibrio ecológico, contaminar el agua y el suelo, menoscabar la diversidad biocultural y tener implicaciones socioeconómicas relevantes. Estas afectaciones pueden constituir daños considerables en la vida de las personas, vulnerando diversos derechos humanos, establecidos en la CPEUM y los distintos tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es parte, y que, según el artículo 1º. de la CPEUM, deben ser promovidos, respetados, protegidos y garantizados por todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias.

A continuación, de manera enunciativa, más no limitativa, se enumeran los estándares para orientar la actuación de las y los servidores públicos, en todos los niveles, en virtud del cumplimiento efectivo de las obligaciones del Estado mexicano en materia de derechos humanos, aplicables a la bioseguridad de los OGM.

En cuanto a la igualdad y otros derechos de las mujeres en contextos rurales:

- 2019. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas sobre los efectos diferentes y desproporcionados de las actividades empresariales en las mujeres y las niñas.
- 2018. Recomendación General N° 37 - sobre las dimensiones de género de la reducción del riesgo de desastres en el contexto del cambio climático de la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW).
- 2017. Declaración realizada por el Grupo de Trabajo sobre la discriminación contra las mujeres y niñas de Naciones Unidas sobre los derechos de las mujeres a las tierras.
- 2016. Recomendación General N° 34 - sobre los derechos de las mujeres rurales, del CEDAW.
- 2016. Informe del Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento sobre la igualdad de género con miras a hacer efectivos los derechos humanos al agua y el saneamiento.
- 2015. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas y sobre los derechos de las mujeres indígenas.
- 2015. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre los derechos de las mujeres en contextos agrícolas.
- 2012. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre los derechos de la mujer y el derecho a la alimentación.
- 2006. Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado sobre la mujer y la vivienda adecuada.



- 2000. Observación general N° 28 - La igualdad de derechos entre hombres y mujeres (artículo 3) del Comité de Derechos Humanos (CCPR).
- 2000. Recomendación general N° 25 - relativa a las dimensiones de la discriminación racial relacionadas con el género del Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial (CERD).
- 1999. Recomendación General N° 24 - La mujer y la salud, del CEDAW.
- 1997. Recomendación General N° 23 - Vida política y pública de las mujeres, del CEDAW.

En cuanto a los derechos de los niños y las niñas:

- 2018. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible acerca de la relación entre los derechos del niño y la protección del medio ambiente.
- 2016. Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos sobre los derechos de los niños y la obligación de prevenir su exposición.
- 2016. Estudio elaborado por el Mecanismo de Expertos sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre el derecho a la salud y los pueblos indígenas, con especial atención a los niños y los jóvenes.
- 2013. Observación general N° 15 - sobre el derecho del niño al disfrute del más alto nivel posible de salud (artículo 24) del Comité de los derechos del niño (CRC).
- 2011. Observación General N° 13 - Derecho del niño a no ser objeto de ninguna forma de violencia del CRC.
- 2009. Observación General N° 11 - Los niños indígenas y sus derechos en virtud de la Convención de Derechos del Niño del CRC.
- 2001. Observación General No 1 - propósitos de la educación (artículo 29) del CRC.
- 1989. Observación general N° 17 - Derechos del niño (artículo 24) del CCPR.

En cuanto a los derechos de los trabajadores agrarios y campesinos:

- 2018. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Campesinos y de Otras Personas que Trabajan en las Zonas Rurales.
- 2018. Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos sobre exposición de trabajadores a sustancias tóxicas.
- 2018. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre el reconocimiento del derecho a la alimentación de los trabajadores agrícolas.
- 2016. Observación general núm. 23 - sobre el derecho a condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias (artículo 7 del PIDESC), del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR).



- 2010. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre la contribución de la agroecología al derecho a la alimentación.
- 2009. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre las políticas de semillas y el derecho a la alimentación.

En cuanto al acceso a la información y el derecho a la participación:

- 2018. Estudio del Mecanismo de Expertos sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre el Consentimiento libre, previo e informado: un enfoque basado en los derechos humanos.
- 2013. Informe de la Relatora Especial sobre la extrema pobreza y los derechos humanos sobre la participación genuina de las personas que viven en la pobreza.
- 2013. Informe del Relator Especial sobre la promoción y protección del derecho a la libertad de opinión y de expresión sobre el derecho al acceso a la información.
- 2011. Estudio del Mecanismo de Expertos sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas sobre el derecho a participar en la adopción de decisiones.
- 2009. Informe de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) sobre el derecho de acceso a la información en el marco jurídico interamericano.
- 2008. Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos y sobre el derecho a la información y a la participación.
- 2007. Informe especial sobre el derecho de acceso a la información de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos.
- 2000. Informe del Relator Especial sobre la promoción y protección del derecho a la libertad de opinión y de expresión informe sobre los Principios en que debe basarse la legislación relativa a la libertad de información, el derecho a saber.

En cuanto al derecho a la ciencia y los derechos culturales:

- 2019. Corte Interamericana de Derechos Humanos. Cuadernillo de jurisprudencia No. 22 sobre Derechos Económicos, Sociales, Culturales y Ambientales (DESCA).
- 2017. Recomendación sobre la Ciencia y los Investigadores Científicos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- 2017. Declaración de Principios éticos en relación al Cambio Climático de la UNESCO.
- 2014. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos culturales sobre las políticas y sobre los derechos de autor y el derecho a la ciencia y la cultura.
- 2012. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos culturales sobre el derecho a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones.
- 2009. Observación general N° 21 - Derecho de toda persona a participar en la vida cultural (artículo 15, párrafo 1 a), del PIDESC) del CESCR.
- 2005. Observación General N° 17 - Derecho de toda persona a beneficiarse de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de



las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autor(a) (apartado c) del párrafo 1 del artículo 15 del PIDESC) del CESCR.

- 2005. Declaración Universal sobre la Bioética y los Derechos Humanos de la UNESCO.

En cuanto a los derechos humanos ambientales y otros derechos económicos, sociales y culturales:

Vivienda adecuada.

- 2016. Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado sobre la relación de la vivienda con el derecho a la vida.
- 2010. Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho de no discriminación a este respecto.
- 1997. Observación generales N° 7- El derecho a una vivienda adecuada (párrafo 1 del artículo 11 del PIDESC) del CESCR.
- 1991. Observación generales N° 4- El derecho a una vivienda adecuada (párrafo 1 del artículo 11 del PIDESC) del CESCR.

Alimentación adecuada.

- 2017. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre las repercusiones negativas de los plaguicidas en los derechos humanos.
- 2004. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre soberanía y seguridad alimentaria.
- 2001. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre la definición y características del derecho.
- 1999. Observación General 12 - El derecho a una alimentación adecuada (art. 11 del PIDESC) del CESCR.

Salud.

- 2016. Informe temático de la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OACNUDH) sobre la relación entre el cambio climático y el derecho humano de todos al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental.
- 2000. Observación general N° 14 - El derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud (artículo 12 del PIDES) del CESCR.

Medio ambiente, diversidad biológica y cambio climático.

- 2019. Declaración de Relatores de Naciones Unidas, fallar en proteger la biodiversidad puede ser considerado una violación a los derechos humanos.



- 2018. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas sobre la aplicación de la diligencia debida de las empresas en materia de derechos humanos.
- 2018. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible con los Principios marco sobre los derechos humanos y el medio ambiente.
- 2017. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible y sobre conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.
- 2017. Opinión consultiva 23/17 de la Corte Interamericana de Derechos Humanos sobre las obligaciones de los Estados en materia de Medio ambiente y derechos humanos.
- 2017. Declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales y la política social. OIT (1977 incluyendo las reformas hasta 2017).
- 2017. Guía OCDE-FAO para las cadenas de suministro responsable en el sector agrícola.
- 2016. Informe del Relator Especial sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible sobre la relación entre cambio climático y derechos humanos
- 2015. Informe Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre los efectos del cambio climático en el derecho a la alimentación.
- 2011. Principios rectores sobre las empresas y los derechos humanos.

Derecho al agua.

- 2014. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento y sobre las violaciones corrientes de los derechos humanos al agua y al saneamiento.
- 2009. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento y sobre obligaciones de derechos humanos relacionadas con el saneamiento.
- 2007. Informe del Relator Especial sobre el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental sobre derecho al agua y saneamiento
- 2003. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre el agua y el derecho a la alimentación.
- 2002. Observación general N° 15 - El derecho al agua (artículos 11 y 12 del PIDESC) del CESCR.

En cuanto a la responsabilidad diferenciada de los Estados y agentes económicos como las empresas, en materia de derechos humanos y en particular, en contextos de operaciones empresariales y extracción de recursos:



- 2019. Corte Interamericana de Derechos Humanos - Cuadernillo de jurisprudencia No. 7 sobre control de convencionalidad.
- 2019. Corte Interamericana de Derechos Humanos. Cuadernillo de jurisprudencia No. 23 sobre Corrupción y Derechos Humanos.
- 2018. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas sobre la “Tercera Consulta regional para América Latina y el Caribe: Implementación de los Principios Rectores de las Naciones Unidas sobre Empresas y Derechos Humanos, en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”.
- 2018. Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos sobre la responsabilidad de empresas que producen químicos en conjunto con Business & Human Rights Resource Centre.
- 2017. Observación general núm. 24 - sobre las obligaciones de los Estados en virtud del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales en el contexto de las actividades empresariales.
- 2017. Informe del Relator Especial sobre las implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos y sobre la responsabilidad de Estados y de Empresas.
- 2016. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre el enfoque basado en derechos humanos y la responsabilidad del Estado.
- 2016. Informe del Relator Especial sobre la extrema pobreza y los derechos humanos y sobre las obligaciones de los Estados en relación con los DESC.
- 2016. Opinión Consultiva OC-22/16 sobre la titularidad de derechos de las personas jurídicas en el Sistema Interamericano de Derechos Humanos (interpretación y alcance del artículo 1.2, en relación con los artículos 1.1, 8, 11.2, 13, 16, 21, 24, 25, 29, 30, 44, 46 y 62.3 de la convención americana sobre derechos humanos, así como del artículo 8.1.a y b del protocolo de San Salvador).
- 2015. Informe de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos “Pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y recursos naturales: protección de derechos humanos en el contexto de actividades de extracción, explotación y desarrollo”.
- 2014. Informe del Relator Especial sobre el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental sobre empresas transnacionales.
- 2013. Observación general N° 16 - sobre las obligaciones del Estado en relación con el impacto del sector empresarial en los derechos del niño del CRC.
- 2009. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre la agroindustria y el derecho a la alimentación.
- 2008. Informe de la Relatora Especial sobre el derecho a la alimentación sobre un marco de derechos humanos para la seguridad alimentaria y nutricional mundial.
- 2005. Observación general N° 16 - Cuestiones Sustantivas que se plantean en la aplicación del PIDESC del CDESCR.
- 2004. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación sobre empresas transnacionales y el derecho a la alimentación.



- 1990. Observación general N° 3 - La índole de las obligaciones de los Estados Partes (párrafo 1 del artículo 2 del PIDESC) del CESCR.

En cuanto a recomendaciones directas realizadas a los Estados Unidos Mexicanos en las visitas o informes de país:

- 2018. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas en su visita a México.
- 2017. Declaración de final de misión del Relator Especial sobre los derechos humanos al agua y al saneamiento, Sr. Léo Heller en su misión a México.
- 2017. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas acerca de su misión a México.
- 2015. Informe de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos y sobre la situación de derechos humanos en México.
- 2013. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación en su visita a México (2012) y seguimiento de su visita.

d) Estándares de derechos humanos de pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, relacionados con la bioseguridad de los OGM

Por tratarse esto de un instrumento relativo a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, se consideró importante establecer un acápite especial sobre los estándares en materia de los derechos humanos de estos grupos vulnerables, relacionados con la bioseguridad de los OGM.

Estándares de derechos de pueblos indígenas, campesinos y otras minorías:

- 2019. Informe de OACNUDH – México “Cerrando la brecha. Recomendaciones para la implementación de los derechos de los pueblos indígenas en México”.
- 2019. Informe del Foro Permanente para las cuestiones Indígenas sobre conocimientos tradicionales: generación, transmisión y protección.
- 2019. Informe del Foro Permanente para las cuestiones Indígenas sobre la conservación y los derechos de los pueblos indígenas.
- 2018. Informe del Foro Permanente para las cuestiones Indígenas sobre los derechos colectivos de los pueblos indígenas a las tierras, territorios y recursos.
- 2018. Informe del Foro Permanente para las cuestiones Indígenas sobre los pueblos indígenas y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- 2018. Corte Interamericana de Derechos Humanos - Cuadernillo de jurisprudencia No. 11 sobre derechos de los pueblos indígenas y tribales.
- 2017. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre los efectos del cambio climático sobre los pueblos indígenas.
- 2016. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre las repercusiones de las medidas de conservación en sus derechos.





- 2016. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas sobre los efectos que tienen las operaciones agroindustriales para los pueblos indígenas y las poblaciones locales.
- 2016. Declaración Americana sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas
- 2015. Estudio del Mecanismo de Expertos sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre la promoción y protección de los derechos de los pueblos indígenas con respecto a su patrimonio cultural.
- 2014. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígena sobre los obstáculos persistentes a la plena efectividad de los derechos de los pueblos indígenas.
- 2013. Recomendación general N° 35 - sobre la lucha contra el discurso de odio racista del CERD.
- 2013. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígena sobre las industrias extractivas.
- 2013. Informe del Grupo de Trabajo sobre la cuestión de los derechos humanos y las empresas transnacionales y otras empresas y sobre los efectos que tienen las actividades empresariales en los pueblos indígenas.
- 2011. Informe de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas sobre Industrias extractivas que realizan operaciones dentro de territorios indígenas o en proximidad de ellos.
- 2009. Observación General N° 20. La no discriminación y los derechos económicos, sociales y culturales (artículo 2, párrafo 2 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, PIDESC).
- 2009. Informe de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos sobre los “Derechos de los pueblos indígenas y tribales sobre sus tierras ancestrales y recursos naturales. Normas y jurisprudencia del Sistema Interamericano de Derechos Humanos”.
- 2007. Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas.
- 1991. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.

A continuación se destacan fragmentos que se consideran de especial relevancia alusivos al dercho a un ambiente sano y a la salud de los pueblos indígenas:

- Derecho a un ambiente sano.

Artículo 4 del Convenio 169 de la OIT.

Deberán adoptarse las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medio ambiente de los pueblos interesados.¹⁰

¹⁰ OIT. Convenio N° 169 de la Organización Internacional de Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 1989
Disponble en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf





Artículo 7. 4 del Convenio 169 de la OIT.

Los gobiernos deberán tomar medidas, en cooperación con los pueblos interesados, para proteger y preservar el medio ambiente de los territorios que habitan.

Artículo 32 del Convenio 169 de la OIT.

Dispone la obligación de adoptar medidas, “incluso por medio de acuerdos internacionales, para facilitar los contactos y la cooperación entre pueblos indígenas y tribales a través de las fronteras, incluidas las actividades en las esferas económica, social, cultural, espiritual y del medio.”¹¹

Artículo 29.1 de la DNUPI.

Los pueblos indígenas tienen derecho a la conservación y protección del medio ambiente y de la capacidad productiva de sus tierras o territorios y recursos. Los Estados deberán establecer y ejecutar programas de asistencia a los pueblos indígenas para asegurar esa conservación y protección, sin discriminación.

Artículo XIII de la CIDH.

Derecho a la protección del medioambiente:

- 1. Los pueblos indígenas tienen derecho a un medioambiente seguro y sano, condición esencial para el goce del derecho a la vida y el bienestar colectivo.*
- 2. Los pueblos indígenas tienen derecho a ser informados de medidas que puedan afectar su medioambiente, incluyendo información que asegure su efectiva participación en acciones y decisiones de política que puedan afectarlo.*
- 3. Los pueblos indígenas tienen derecho a conservar, restaurar y proteger su medioambiente, y la capacidad productiva de sus tierras, territorios y recursos.*
- 4. Los pueblos indígenas tienen derecho de participar plenamente en la formulación, planeamiento, ordenación y aplicación de programas gubernamentales para la conservación de sus tierras, territorios y recursos.*
- 5. Los pueblos indígenas tendrán derecho a asistencia de sus Estados con el propósito de proteger el medioambiente, y podrán recibir asistencia de organizaciones internacionales.*
- 6. Los Estados prohibirán y castigarán, e impedirán en conjunto con las autoridades indígenas, la introducción, abandono, o depósito de materiales o residuos radioactivos, sustancias y residuos tóxicos, en contravención de disposiciones legales vigentes; así como la producción, introducción, tránsito, posesión o uso de armas químicas, biológicas o nucleares, en áreas indígenas.*

¹¹ OIT. Convenio N° 169 de la Organización Internacional de Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 1989.

Disponibile en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf



7. Cuando el Estado declare que un territorio indígena debe ser área protegida, y en el caso de tierras y territorios bajo reclamo potencial o actual por pueblos indígenas, y de tierras sujetas a condiciones de reserva de vida natural, las áreas de conservación no deben ser sujetas a ningún desarrollo de recursos naturales sin el consentimiento informado y la participación de los pueblos interesados.¹²

- Derecho a la salud.

Artículo 7.2 del Convenio 169 de la OIT.

El mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo y del nivel de salud y educación de los pueblos interesados, con su participación y cooperación, deberá ser prioritario en los planes de desarrollo económico global de las regiones donde habitan. Los proyectos especiales de desarrollo para estas regiones deberán también elaborarse de modo que promuevan dicho mejoramiento.

Artículos 24 del Convenio 169 de la OIT.

Los regímenes de seguridad social deberán extenderse progresivamente a los pueblos interesados y aplicárseles sin discriminación alguna.

Artículos 24 del Convenio 169 de la OIT.

1. Los gobiernos deberán velar porque se pongan a disposición de los pueblos interesados servicios de salud adecuados o proporcionar a dichos pueblos los medios que les permitan organizar y prestar tales servicios bajo su propia responsabilidad y control, a fin de que puedan gozar del máximo nivel posible de salud física y mental.

2. Los servicios de salud deberán organizarse en la medida de lo posible, a nivel comunitario. Estos servicios deberán planearse y administrarse en cooperación con los pueblos interesados y tener en cuenta sus condiciones económicas, geográficas, sociales y culturales, así como sus métodos de prevención, prácticas curativas y medicamentos tradicionales.

3. El sistema de asistencia sanitaria deberá dar la preferencia a la formación y al empleo de personal sanitario de la comunidad local y centrarse en los cuidados primarios de salud manteniendo al mismo tiempo estrechos vínculos con los demás niveles de asistencia sanitaria. La prestación de tales servicios de salud deberá coordinarse con las demás medidas sociales económicas y culturales que se tomen en el país¹³

¹² OEA, Comisión Interamericana de Derechos Humanos. Artículo XIII. Derecho a la protección del medioambiente. <http://www.cidh.org/indigenas/indigenas.sp.01/articulo.xiii.htm#:~:text=Artículo%2026%3A%20%20Los%20pueblos%20indígenas,han%20poseído%20u%20ocupado%20o>

¹³ OIT. Convenio N° 169 de la Organización Internacional de Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. 1989. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf



Artículo 21 de la DNUDPI.

Los pueblos indígenas tienen derecho, sin discriminación alguna, al mejoramiento de sus condiciones económicas y sociales, entre otras esferas, en la educación, el empleo, la capacitación y el readiestramiento profesionales, la vivienda, el saneamiento, la salud y la seguridad social.

Artículo 24, de la DNUDPI.

1. Los pueblos indígenas tienen derecho a sus propias medicinas tradicionales y a mantener sus prácticas de salud, incluida la conservación de sus plantas medicinales, animales y minerales de interés vital. Las personas indígenas también tienen derecho de acceso, sin discriminación alguna, a todos los servicios sociales y de salud.

2. Las personas indígenas tienen igual derecho a disfrutar del nivel más alto posible de salud física y mental. Los Estados tomarán las medidas que sean necesarias para lograr progresivamente que este derecho se haga plenamente efectivo.

Observación General No. 14 de la ONU. El Comité expresó que:

Los pueblos indígenas tienen derecho a medidas específicas que les permitan mejorar su acceso a los servicios de salud y a las atenciones de la salud y que los servicios de salud deben ser apropiados desde el punto de vista cultural, es decir, tener en cuenta los cuidados preventivos, las prácticas curativas y las medicinas tradicionales. Además, los Estados deben proporcionar recursos para que los pueblos indígenas establezcan, organicen y controlen esos servicios de suerte que puedan disfrutar del más alto nivel posible de salud física y mental. También deberán protegerse las plantas medicinales, los animales y los minerales que resultan necesarios para el pleno disfrute de la salud de los pueblos indígenas. El Comité DESC observó que, en las comunidades indígenas, la salud del individuo se suele vincular con la salud de la sociedad en su conjunto y presenta una dimensión colectiva. A este respecto, el Comité DESC consideró que las actividades relacionadas con el desarrollo que inducen al desplazamiento de poblaciones indígenas, contra su voluntad, de sus territorios y entornos tradicionales, con la consiguiente pérdida por esas poblaciones de sus recursos alimenticios y la ruptura de su relación simbiótica con la tierra, ejercen un efecto perjudicial sobre a salud de esas poblaciones.¹⁴

CIDH. En el caso de la salud, la CIDH ha enfatizado que los Estados están obligados a proporcionar recursos para que los pueblos indígenas “establezcan,

¹⁴ ONU. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Observación General No. 14, El derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud (artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales), 22 periodo de sesiones, U.N. Doc. E/C.12/2000/4, 2000, párr. 27. [https://www.es.cr-net.org/es/recursos/observacion-general-no-14-derecho-al-disfrute-del-mas-alto-nivel-posible-salud-articulo-12#:~:text=\)%20%7C%20Red-DESC-,Observación%20general%20Nº%2014%3A%20El%20derecho%20al%20disfrute%20del%20más,de%20los%20demás%20derechos%20humanos.](https://www.es.cr-net.org/es/recursos/observacion-general-no-14-derecho-al-disfrute-del-mas-alto-nivel-posible-salud-articulo-12#:~:text=)%20%7C%20Red-DESC-,Observación%20general%20Nº%2014%3A%20El%20derecho%20al%20disfrute%20del%20más,de%20los%20demás%20derechos%20humanos.)



organicen y controlen dichos servicios con el objetivo de poder disfrutar del más alto nivel de salud física y mental.¹⁵

- Derecho a la tierra y el territorio.

Artículo 7.1 del Convenio 169 de la OIT.

Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.

Artículo 13 del Convenio 169 de la OIT.

1. Al aplicar las disposiciones de esta parte del Convenio, los gobiernos deberán respetar la importancia especial que para las culturas y valores espirituales de los pueblos interesados reviste su relación con las tierras o territorios, o con ambos, según los casos, que ocupan o utilizan de alguna otra manera, y en particular los aspectos colectivos de esa relación.

2. La utilización del término "tierras" en los artículos 15 y 16 deberá incluir el concepto de territorios, lo que cubre la totalidad del hábitat de las regiones que los pueblos interesados ocupan o utilizan de alguna otra manera.

Artículo 18 del Convenio 169 de la OIT.

La ley deberá prever sanciones apropiadas contra toda intrusión no autorizada en las tierras de los pueblos interesados o todo uso no autorizado de las mismas por personas ajenas a ellos, y los gobiernos deberán tomar medidas para impedir tales infracciones.

Artículo 25 de la DNUPI.

Los pueblos indígenas tienen derecho a mantener y fortalecer su propia relación espiritual con las tierras, territorios, aguas, mares costeros y otros recursos que tradicionalmente han poseído u ocupado y utilizado y a asumir las responsabilidades que a ese respecto les incumben para con las generaciones venideras.

¹⁵ CIDH. Situación de los derechos humanos de los pueblos indígenas y tribales de la Panamazonía. OAS/Ser.L/V/II. Doc. 176, 2019, párr. 310. Disponible en: <http://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/panamazonia2019.pdf>



Artículo 26 de la DNUPI.

1. Los pueblos indígenas tienen derecho a las tierras, territorios y recursos que tradicionalmente han poseído, ocupado o utilizado o adquirido.

2. Los pueblos indígenas tienen derecho a poseer, utilizar, desarrollar y controlar las tierras, territorios y recursos que poseen en razón de la propiedad tradicional u otro tipo tradicional de ocupación o utilización, así como aquellos que hayan adquirido de otra forma.

3. Los Estados asegurarán el reconocimiento y protección jurídicos de esas tierras, territorios y recursos. Dicho reconocimiento respetará debidamente las costumbres, las tradiciones y los sistemas de tenencia de la tierra de los pueblos indígenas de que se trate.

Artículo 32.1 de la DNUPI.

Los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y elaborar las prioridades y estrategias para el desarrollo o la utilización de sus tierras o territorios y otros recursos.

2.2 Principios en materia de bioseguridad de los OGM

a) Principio precautorio como eje total

El principio de precaución encuentra aplicación en México en virtud de los artículos 1º, 3º y 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en función de proteger y garantizar los derechos a la vida, a disfrutar de los beneficios del progreso científico y a un medio ambiente limpio, sano y sostenible; además de a una alimentación adecuada y al disfrute del más alto nivel posible de salud, por su relación intrínseca con el derecho a un medio ambiente sano, materia en la que ha tenido mayor progreso y ejecución. Ello se encuentra reconocido a nivel nacional^{16,17,18} regional¹⁹ y universal.^{20,21,22,23,24}

¹⁶ Tesis XXVII.3o.9 CS, SJF, Décima Época, 9 de diciembre de 2016

¹⁷ Tesis III.6o.A.24 A, SJF, Décima Época, 21 de agosto de 2020

¹⁸ Jurisprudencia 1a./J. 9/2022, SJF, Undécima Época, 01 de abril de 2022.

¹⁹ Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2017). Opinión Consultiva OC-23/17: Medio ambiente y derechos humanos. Recuperado de: https://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea_23_esp.pdf

²⁰ Comité DH. (2019). Observación General Núm. 36 sobre el Artículo 6 del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, relativo al derecho a la vida. Comité de Derechos Humanos. (CCPR/C/GC/36)

²¹ Comité DESC. (2020). Observación General Núm. 25, relativa a la ciencia y los derechos económicos, sociales y culturales (artículo 15, párrafos 1.b, 2, 3 y 4 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (E/C.12/GC/25)

²² Asamblea General de Naciones Unidas. (2022). El derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible.

²³ Comité DESC. (1999). Observación general Núm. 12, sobre El derecho a una alimentación adecuada (artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Consejo Económico Social. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (E/C.12/2000/4)

²⁴ Comité DESC. (2000). Observación general Núm. 14, sobre el derecho al disfrute del más alto nivel posible de salud (artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). Consejo Económico Social. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (E/C.12/1999/5)





Bajo estos fundamentos constitucionales, el principio de precaución es aquel contemplado en la Declaración de Río de 1992 sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en su principio 15, que dispone:

“PRINCIPIO 15.-Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando hay peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medida eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.”

Asimismo, se encuentra contemplado en el artículo 9, fracción IV, de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados que prevé:

“Con el fin de proteger el medio ambiente y la diversidad biológica, el Estado Mexicano deberá aplicar el enfoque de precaución conforme a sus capacidades, tomando en cuenta los compromisos establecidos en tratados y acuerdos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente y de la diversidad biológica. Dichas medidas se adoptarán de conformidad con las previsiones y los procedimientos administrativos establecidos en esta Ley”

El 26 de julio de 2022, la Asamblea General de Naciones Unidas declaró el carácter universal del derecho humano a un ambiente limpio, saludable y sostenible.²⁵ La aplicación e interpretación de este derecho, en el contexto de la contaminación y las sustancias tóxicas, debe guiarse por los principios de prevención, precaución, no discriminación y no regresión, así como por el principio de quien contamina paga.²⁶

El principio de precaución aplica en casos donde hay indicadores plausibles de que una actividad podría acarrear daños inaceptables para las personas o el ambiente, aún en ausencia de certeza científica, entendiendo daño inaceptable como: “el infligido a seres humanos o al medio ambiente que sea: a) una amenaza contra la salud o la vida humana; b) grave y efectivamente irreversible; c) injusto para las generaciones presentes o futuras; o d) impuesto sin tener debidamente en cuenta los derechos humanos de los afectados”.^{27,28} Al respecto, cuando se estima que una hipótesis es plausible y que otra no lo es, no se está

²⁵ Asamblea General de Naciones Unidas. (2022). Op cit.

²⁶ Boyd, D. (2022). Derecho a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible: el medio ambiente no tóxico. Consejo de Derechos Humanos. Recuperado de: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G22/004/51/pdf/G2200451.pdf?OpenElement>

²⁷ Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2017). Opinión Consultiva OC-23/17: Medio ambiente y derechos humanos. Recuperado de: https://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea_23_esp.pdf

²⁸ Comité DESC (2020). Op cit.



sosteniendo que la hipótesis plausible es más probable que la que no lo es, si bien se afirma que la hipótesis plausible representa una posibilidad más seria que la otra.²⁹

En consecuencia, para activar el principio de precaución no es necesario que la evidencia científica provea indicadores unívocos y definitivos sobre el riesgo. Exigir ese tipo de evidencia constituiría una desprotección del medio ambiente, pues en muchas ocasiones cuando las consecuencias adversas resultan perceptibles es porque el daño al medio ambiente ya es irreparable o irreversible;³⁰ aunado al hecho de que tratándose de contextos donde existe presencia de pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, los impactos se trasladan a sus dinámicas socioeconómicas y bioculturales con el riesgo de que tales impactos se extiendan hacia otras regiones del país, afectando también a otros sectores de la población nacional.

El derecho humano a un medio ambiente sano y el principio precautorio, en su vertiente colectiva, constituyen no sólo un deber de protección y garantía para las autoridades públicas, sino inclusive de los particulares, que no sólo incumbe a los estados en lo individual sino existe una interdependencia de carácter universal para salvaguardar el ecosistema para las generaciones presentes y futuras, por lo que es un instrumento que debe permitir su tutela efectiva en cualquier procedimiento con posibles repercusiones ambientales.

Es así que, el principio de precaución es un criterio fundamental en materia de bioseguridad en el marco de los procesos de consulta indígena, pues es la base para la protección de sus derechos, toda vez que, tratándose de la liberación al ambiente de OGM, no sólo implica el riesgo del evento GM, sino también del paquete tecnológico al que esté asociado dicho evento. Además, no puede dejar de mencionarse que el principio de precaución estimula las innovaciones y tecnologías limpias, en beneficio de la humanidad y el ambiente.³¹

b) Otros principios inextricables

El artículo primero de la CPEUM reconoce los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad, progresividad y pro-persona o *pro homine* de los derechos humanos, mismos que han sido desarrollados junto con la protección internacional de los derechos civiles, políticos, económicos, sociales y culturales. A continuación, se describen dichos principios:

- Principio pro persona. El principio pro persona, en el sistema jurídico mexicano, fue reconocido expresamente a partir de la reforma constitucional del 10 de junio de 2011. El párrafo segundo del artículo 1o. constitucional precisa que “las normas

²⁹ Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología. (2005). Informe del Grupo de Expertos sobre el principio precautorio. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139578_spa

³⁰ SCJN, Jurisprudencia 1a./J. 9/2022, SJF, Undécima Época, 01 de abril de 2022.

³¹ Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología. (2005). *Op cit.*



relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia”. La interpretación de normas implica el sentido que se les debe dar, considerando, en materia de derechos humanos, tanto las normas constitucionales, como las contenidas en tratados internacionales. El principio pro persona, encamina a que, si hay dos interpretaciones posibles, se opte por la que sea más protectora de las personas; o, si existen dos o más normas referentes a un mismo derecho, se aplique la que mayor favorezca a la persona. En este tema, el artículo 5 del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos y del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales señalan que “no podrá admitirse restricción o menoscabo de ninguno de los derechos humanos fundamentales reconocidos o vigentes en un país en virtud de leyes, convenciones, reglamentos o costumbres, a pretexto de que el presente Pacto no los reconoce o los reconoce en menor grado”.³²

- Principio de universalidad. Los derechos humanos corresponden a todas las personas por igual, sin discriminación alguna, de ello se desprende el principio de universalidad. El párrafo quinto del artículo primero de la CPEUM prohíbe toda discriminación que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas y enuncia: “por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil o cualquier otra”. No obstante, en ocasiones, para lograr la igualdad real se deben atender las circunstancias o necesidades específicas de las personas. Todas las personas son titulares de todos los derechos humanos, en eso consiste el principio de universalidad, estrechamente relacionado con los derechos a la igualdad y no discriminación. La universalidad como cualidad de todo derecho humano implica que son válidos y vigentes en cualquier sistema jurídico, más allá de su reconocimiento formal, pues en ellos se resguarda su validez.³³
- Principios de interdependencia e indivisibilidad. Todos los derechos humanos están vinculados entre ellos (interdependientes) y no pueden separarse o fragmentarse unos de otros (indivisibles). Todos los derechos humanos, civiles, políticos, económicos, sociales, culturales y ambientales deben comprenderse como un conjunto. Lo anterior, también implica que el goce y ejercicio de un derecho está vinculado a que se garantice el resto de los derechos, y que la violación de un derecho pone también en riesgo los demás derechos. Los principios de interdependencia e indivisibilidad generan la obligación de otorgar igual

³² Beuchot, M. (2017). Los derechos humanos y el fundamento de su universalidad. Problemas actuales sobre derechos humanos. Una propuesta filosófica, México, IJUNAM, 2001, pp. 16- 60. Disponible en: <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/9015>.

³³ Beuchot, M. (2017). *Op Cit*

importancia a todos los derechos humanos, cualquiera del que se trate, sean civiles, políticos, económicos, sociales o culturales.³⁴

- Principio de progresividad. El principio de progresividad implica el gradual progreso para lograr el pleno cumplimiento de los derechos. Particularmente, que se definan medidas a corto, mediano y largo plazo, pero, procediendo lo más expedita y eficazmente posible. Este principio se ha relacionado particularmente con los derechos económicos, sociales y culturales, pero aplica también para los civiles y políticos, procurando, por todos los medios posibles, su satisfacción en cada momento. Además, se relaciona de forma estrecha con la prohibición de retrocesos o marchas atrás injustificadas a los niveles de cumplimiento alcanzados, es decir, la “no regresividad” en la protección y garantía de derechos humanos.³⁵
- Principio de inalienabilidad. Es una de las características cualitativas que poseen los derechos humanos, siendo consecuentes a su naturaleza universal e inherente. Implica que los derechos humanos son irrenunciables, que las personas, aun siendo titulares de sus derechos, no pueden sustraerse de detentarlos, ni tampoco un tercero puede alienarlos bajo ningún motivo³⁶.

Finalmente, no se omiten los demás principios ambientales:

- Principio de prevención. Implica la utilización de mecanismos, instrumentos y políticas con el objetivo de evitar daños serios al ambiente y la salud de las personas. Su función básica es evitar y prever el daño antes de que se produzca, diferenciándose del principio precautorio por la cuestión de la certeza científica, si ésta existe, entonces se aplica la prevención, si no, tal como se explicó antes, se aplica la precaución³⁷.
- Principio quien contamina y daña paga. Significa que quien cause daños ambientales es responsable de los mismos, por lo que debe tomar las medidas reparadoras necesarias y sufragar todos los costes relacionados.³⁸
- Principio de conservación. Se entiende, habitualmente, bajo una cuádruple vertiente: el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas en que se apoya la vida, la preservación de la diversidad genética, la utilización sostenible de especies y ecosistemas, y la mejora de la calidad del medio ambiente. En la CPEUM, al igual que en algunas otras, como la europea, se sustituye “conservar” por “preservar”, ya que para algunos sectores el término “conservación” choca con el de desarrollo sostenible, llegando incluso a apuntar que “conservación” es incompatible con “desarrollo”.³⁹

³⁴ Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). 2018. Los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad de los derechos humanos. Disponible en <https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/cartillas/2015-2016/34-Principios-universalidad.pdf>

³⁵ Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). 2018. *Op Cit*.

³⁶ Beuchot, M. (2017). *Op Cit*

³⁷ Gaceta judicial, (2023). Derecho Ambiental, Principios Rectores del Derecho Ambiental (I), consultada el 11 de septiembre 2023, en línea <https://www.gacetajudicial.com.do/derecho-ambiental/principios-rectores-derecho-ambientalI.html>

³⁸ Eur-Lex. Principio de «quien contamina paga» y responsabilidad ambiental.

³⁹ García, T. 2007. La Constitución Mexicana y los principios rectores del Derecho ambiental. UNAM pág 48 <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/11342>



- Principio de reparación del daño ambiental. Este es que “Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable”.⁴⁰

III. Derecho a la participación de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables

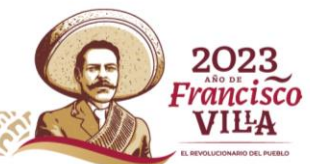
En todas las obras, decisiones y programas del Estado es fundamental la participación de los pueblos y las comunidades indígenas, además de que es un derecho que emana de manera directa del reconocimiento de su libre determinación. Esta participación es esencial para cualquier actividad en la que medie un acto de autoridad que pueda afectarles, por ejemplo, aquellas que se realicen o tengan algún efecto en sus tierras, territorios y recursos naturales, así como en sus culturas e identidades.

La consulta es uno de los medios a través de los cuales, de realizarse en apego y armonía con otros derechos humanos, puede garantizarse el derecho a la participación y expresión de la voluntad colectiva de un pueblo y comunidad. Se trata de una obligación irrenunciable e intransferible del Estado mexicano que actúa como entidad garante de los derechos humanos por mandato del artículo 1º de la CPEUM. En esa misma tónica, podemos encontrar otras expresiones de la voluntad de cada pueblo y comunidad indígena y afromexicana (por ejemplo, la manifestación unilateral de la voluntad colectiva), tan diversas como lo son las distintas formas de organización y gobierno propios de cada cultura. Cualquier mecanismo de participación impulsado por instancias gubernamentales debiera realizarse con carácter previo, libre e informado y bajo las cualidades de buena fe y culturalmente apropiado. En caso contrario, un pueblo o comunidad pudiera acceder a voluntades ajenas a sus propios intereses y afectar sus propios derechos humanos, los de otro pueblo o comunidad o los de otros grupos y personas.

Estos mecanismos de participación se erigen como instrumentos básicos para preservar, con y desde los pueblos, la integridad social, económica, ecológica y cultural de los pueblos y las comunidades indígenas y afromexicanas, por tanto, son necesarias para garantizar su continuidad y reproducción como grupo social. De este modo, son medios para salvaguardar los derechos sustantivos reconocidos en la normativa nacional e internacional de los pueblos indígenas. Es decir, la obligación, correlativa del Estado, de escuchar y atender las expresiones de la voluntad colectiva de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables constituye un vehículo para la protección y respeto de otros derechos colectivos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, como lo son: la participación política; el preservar y fortalecer sus identidades,

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/5/2429/6.pdf>

⁴⁰ Artículos 107 Bis, 153, fracción VII y 168 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente





culturas, lenguas e instituciones; el mantener sus territorios; así como, el derecho a la salud, a la educación, al desarrollo, a un ambiente saludable y limpio, entre otros.

Ahora bien, siendo congruentes con el deber de garantía de la libre determinación de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, la conclusión de los procesos de consulta debería coincidir con el sentido de la voluntad expresada mediante ella, con un resultado en sentido favorable o desfavorable. Restringir el alcance de este resultado, implica coartar su derecho a la libre determinación.⁴¹

Es pertinente reafirmar que esta obligación del Estado de escuchar y atender las expresiones de la voluntad colectiva de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, en ningún caso lo excluye de la obligación de proteger, promover, respetar y garantizar los derechos humanos. Esto implica que el Estado debe siempre actuar como garante objetivo de los derechos humanos y proteger las condiciones de vida y desarrollo de dichos pueblos.

En consecuencia, el Estado mexicano debe prever que los mecanismos de participación emanen y garanticen la libre determinación de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, y atiendan un enfoque de derechos humanos con las cualidades y carácter antes mencionados. Es el Estado mexicano, con las obligaciones que corresponden a cada operador jurídico, incluidas las personas servidoras públicas, el responsable de la realización de dichos mecanismos, en observancia de los demás derechos humanos, para cualquier decisión o acción tomada desde las instancias gubernamentales que pueda afectar los derechos e intereses de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, de otra manera, tales actos podrían constituir formas ilegítimas y arbitrarias del ejercicio del poder público.⁴²

3.1 Marco Jurídico

Existen instrumentos jurídicos nacionales e internacionales que contemplan el derecho a la participación, así como de los procesos de consulta y consentimiento previo, libre e informado de los pueblos y comunidades indígenas. En cuanto a las disposiciones internacionales, son vigentes en el Estado Mexicano en virtud de que se trata de instrumentos suscritos por el Ejecutivo y ratificados por el Senado de la República. Entre estos instrumentos, de manera enunciativa, más no limitativa, se tienen los siguientes:

Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes:

Artículo 6, numeral 1 inciso a y numeral 2.

"1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán:

⁴¹ Espinoza Hernández, R. (2019). La consulta a debate ¿Garantía de derechos o mecanismo de despojo? Ecuador. Debate. Consulta previa libre e informada. 106:75-92.

⁴² *Ídem.*



2) *consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente...*

...2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas."

Artículo 7, numeral 1 y 3.

"1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente...

...3. Los gobiernos deberán velar porque, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual, cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas..."

Artículo 15, numeral 2.

"... 2. En caso de que pertenezca al Estado la propiedad de los minerales o de los recursos del subsuelo, o tenga derechos sobre otros recursos existentes en las tierras, los gobiernos deberán establecer o mantener procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados, y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras. Los pueblos interesados deberán participar siempre que sea posible en los beneficios que reporten tales actividades, y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades..."

Artículo 17, numeral 2 y 3.

"... 2. Deberá consultarse a los pueblos interesados siempre que se considere su capacidad de enajenar sus tierras o de transmitir de otra forma sus derechos sobre estas tierras fuera de su comunidad.



3. Deberá impedirse que personas extrañas a esos pueblos puedan aprovecharse de las costumbres de esos pueblos o de su desconocimiento de las leyes por parte de sus miembros para arrogarse la propiedad, la posesión o el uso de las tierras pertenecientes a ellos...”

Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas:

Artículo 19.

“Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.”

Artículo 28, párrafo I.

“Los pueblos indígenas tienen derecho a la reparación, por medios que pueden incluir la restitución o, cuando ello no sea posible, una indemnización justa, imparcial y equitativa, por las tierras, los territorios y los recursos que tradicionalmente hayan poseído u ocupado o utilizado de otra forma y que hayan sido confiscados, tomados, ocupados, utilizados o dañados sin su consentimiento libre, previo e informado”.

Artículo 32.

1. Los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y elaborar las prioridades y estrategias para el desarrollo o la utilización de sus tierras o territorios y otros recursos.

2. Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.

3. Los Estados establecerán mecanismos eficaces para la reparación justa y equitativa por esas actividades, y se adoptarán medidas adecuadas para mitigar las consecuencias nocivas de orden ambiental, económico, social, cultural o espiritual.”

Declaración Americana sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas de la OEA:

Artículo XXIII. Participación de los pueblos indígenas y aportes de los sistemas legales y organizativos indígenas:

1. Los pueblos indígenas tienen derecho a la participación plena y efectiva, por conducto de representantes elegidos por ellos de conformidad con sus propias instituciones, en la adopción de decisiones en las cuestiones que afecten sus





derechos y que tengan relación con la elaboración y ejecución de leyes, políticas públicas, programas, planes y acciones relacionadas con los asuntos indígenas.

2. Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.”

Recomendaciones y acuerdos de la ONU:

El Relator Especial sobre la situación de los derechos humanos y libertades fundamentales de los pueblos indígenas, Dr. James Anaya, en su informe al Consejo de Derechos Humanos de la ONU del año 2009 (párrafo 40 y 41), señaló que el derecho a la consulta no sólo está previsto en los instrumentos internacionales de derechos indígenas, sino es un principio internacional derivado de los instrumentos de derechos humanos, en general. De igual forma, manifestó que este derecho se encuentra estrechamente relacionado con el derecho a la libre determinación, a la integridad cultural, a la igualdad, a la propiedad sobre sus tierras, territorios y recursos naturales, entre otros.

El Relator Especial antes referido, en su informe de fecha 6 de julio del 2012, resalta que los principios de consulta y consentimiento representan conjuntamente una norma especial para la protección y ejercicio de los derechos sustantivos de los pueblos indígenas y como un medio para garantizar su observancia. Estos derechos, entre otros, incluyen los derechos de propiedad, la cultura, religión, salud, bienestar físico y material, sus propias prioridades de desarrollo, incluida la explotación de los recursos naturales, como parte de su derecho fundamental a la libre determinación (párrafos 49, 50 y 51 de este informe).

Por su parte, la Comisión de Expertos en Aplicación de Convenios y Recomendaciones (CEACR), de la OIT, ha señalado que la consulta debe aplicarse a la adopción de disposiciones jurídicas sobre la propiedad de la tierra, en actividades de prospección y explotación de recursos naturales, en el traslado de comunidades y en la adopción, formulación y aplicación de medidas legislativas y administrativas incluyendo los planes de Desarrollo (Observaciones Individuales sobre el Convenio No. 169, México, 1999; Perú, 1999; Costa Rica, 2001).

Otras recomendaciones al Estado Mexicano:

2018. Observaciones de la Relatora Especial sobre los derechos de los pueblos indígenas de la ONU, sobre la Ley que crea el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, México.

2013. Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas del Consejo Económico y Social de la ONU. “Estudio sobre las industrias extractivas en México y la situación de los pueblos indígenas en los territorios en que están ubicadas estas industrias”.





2012. Observaciones finales del Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial a los Informes combinados 16° y 17° presentados por México.

2012. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación, Olivier De Schutter. Misión a México.

Observaciones finales del Comité de Derechos Humanos al 5° Informe presentado por México (2010).

2009. Informe del Grupo de Trabajo sobre el Examen Periódico Universal.

2006. Observaciones finales del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales al 4° Informe presentado por México.

2003. Informe del Relator Especial sobre la situación de los derechos humanos y las libertades fundamentales de los indígenas de la ONU. Misión a México.

En cuanto a las disposiciones jurídicas nacionales, es importante destacar la reforma constitucional en materia de derechos humanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 2011, que, conforme al criterio jurisprudencial emitido por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN), son de observancia obligatoria para todas las autoridades de nuestro país.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM):

Artículo 1o.

“En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.

Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley ...”

Artículo 2o, párrafo cuarto e inciso B fracción II y IX.

“... El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. El reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se hará en las constituciones y leyes de las entidades federativas, las que deberán tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos y de asentamiento físico...



... II. Garantizar e incrementar los niveles de escolaridad, favoreciendo la educación bilingüe e intercultural, la alfabetización, la conclusión de la educación básica, la capacitación productiva y la educación media superior y superior. Establecer un sistema de becas para los estudiantes indígenas en todos los niveles. Definir y desarrollar programas educativos de contenido regional que reconozcan la herencia cultural de sus pueblos, de acuerdo con las leyes de la materia y en consulta con las comunidades indígenas. Impulsar el respeto y conocimiento de las diversas culturas existentes en la nación...

... IX. Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes de las entidades federativas, de los Municipios y, cuando proceda, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.”

Artículo 133.

“Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.”

Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados:

Artículo 108, párrafo tercero.

“...La CIBIOGEM, además, realizará los estudios y las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de los OGMs que se liberen al ambiente en el territorio nacional, y establecerá los mecanismos para realizar la consulta y participación de los pueblos y comunidades indígenas asentadas en las zonas donde se pretenda la liberación de OGMs, considerando el valor de la diversidad biológica...”

Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

Artículo 4, fracción XXXIII.

“Para el cumplimiento de su objeto, el Instituto tendrá las siguientes atribuciones y funciones: ...

...XXIII. Será el órgano técnico en los procesos de consulta previa, libre e informada, cada vez que se prevean medidas legislativas y administrativas en el ámbito federal, susceptibles de afectar los derechos de los pueblos...”

Artículo 5.

“Para dar cumplimiento a la fracción XXIII del artículo 4 de esta Ley, el Instituto diseñará y operará un sistema de consulta y participación indígenas, en el que se establecerán las bases y los procedimientos metodológicos para promover los



derechos y la participación de las autoridades, representantes e instituciones de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en la formulación, ejecución y evaluación del Plan Nacional de Desarrollo y demás planes y programas de desarrollo, así como para el reconocimiento e implementación de sus derechos.

De igual forma, podrá llevar a cabo los estudios técnicos necesarios para la efectiva realización de los procesos de consulta.”

Artículo 6, fracción VII.

“El Instituto en el marco del desarrollo de sus atribuciones, se regirá por los siguientes principios: ...

...VII. Garantizar el derecho a la consulta y al consentimiento libre, previo e informado a pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, cada vez que el ejecutivo federal promueva reformas jurídicas y actos administrativos, susceptibles de afectarles, y...”

Recomendaciones de la CNDH:

Recomendaciones 56/2012, 23/2015 y 27/2016.

Tesis y criterios de la SCJN:

Tesis 1ª XIII/2012; 10a. Época; 1a. Sala; S.J.F. y su Gaceta; Libro V, febrero de 2012, Tomo 1; Pág. 650, de rubro: EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE. EL ARTÍCULO 180 DE LA LEY GENERAL RELATIVA, VIGENTE HASTA EL 28 DE ENERO DE 2011, NO VIOLA LA GARANTÍA DE SEGURIDAD JURÍDICA, NO OBSTANTE QUE PARA LA SUSTANCIACIÓN DEL RECURSO DE REVISIÓN QUE PREVÉ, REMITA A LA LEY FEDERAL DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO.

Tesis: 2a. XXVII/2016 (10a.) Gaceta del Semanario Judicial de la Federación. Libro 31, junio de 2016, Tomo II, página 1213; de rubro: PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS. EN SU DERECHO A SER CONSULTADOS, EL ESTÁNDAR DE IMPACTO SIGNIFICATIVO CONSTITUYE ELEMENTO ESENCIAL PARA QUE PROCEDA.

Tesis: XXVII.3o.19 CS (10a.) Gaceta del Semanario Judicial de la Federación. Libro 62, enero de 2019, Tomo IV, página 2268, de rubro: DERECHO HUMANO A LA CONSULTA PREVIA A LAS PERSONAS Y PUEBLOS INDÍGENAS. SU FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL Y CONVENCIONAL EN MATERIA DE BIODIVERSIDAD, CONSERVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICAS.

Tesis: XXVII.3o.20 CS (10a.) Gaceta del Semanario Judicial de la Federación. Libro 62, enero de 2019, Tomo IV, página 2267; de rubro: DERECHO HUMANO A LA



CONSULTA PREVIA A LAS PERSONAS Y PUEBLOS INDÍGENAS. SU DIMENSIÓN Y RELEVANCIA.

Tesis: 2a./J. 10/2023 (11a.) Gaceta del Semanario Judicial de la Federación. Libro 23, marzo de 2023, Tomo III, página 2201; de rubro: DERECHO HUMANO A LA CONSULTA DE LOS PUEBLOS Y LAS COMUNIDADES INDÍGENAS. RESULTA EXIGIBLE EN FORMA PREVIA A LA EMISIÓN DE LAS EVALUACIONES Y AUTORIZACIONES AMBIENTALES ATINENTES A PROYECTOS U OBRAS QUE PUEDAN IMPACTAR EN SU ENTORNO O FORMA DE VIDA.

Protocolo de actuación para quienes imparten justicia cuando involucre a personas o pueblos indígenas.

3.2 Características de la consulta y el consentimiento

a) Materia y objeto

De conformidad con la normativa vigente y los estándares nacionales e internacionales en materia del derecho a la participación, y de los procedimientos de consulta y consentimiento libre, previo e informado de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, corresponde al Estado consultar y cooperar de buena fe con los pueblos indígenas interesados, por medio de sus instituciones representativas, antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, *con el objetivo de llegar a un acuerdo u obtener su consentimiento sobre asuntos que les afecten* en caso de que estos supuestos llegaran a aplicar (artículo 19 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, DNUDPI). En general, deben ser materia de la consulta:

- i) Toda medida legislativa o administrativa susceptible de afectarles directamente;
- ii) Todo proceso de desarrollo que el Estado pretenda implementar, en la medida en que éste afecte las vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera los pueblos indígenas; y
- iii) Cualquier proyecto que afecte a las tierras o territorios y otros recursos de los pueblos indígenas, particularmente –pero no exclusivamente– en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo.

En correspondencia con la situación o medida de que se trate, se pueden reconocer tres niveles de participación de los pueblos indígenas:

1. Cuando las políticas y programas que implemente el Estado les conciernan, donde habría el **derecho a la participación para la opinión de los pueblos indígenas**.



2. Cuando las medidas administrativas o legislativas sean susceptibles de afectarlos directamente, donde el Estado tiene el deber de **implementar la consulta previa**,⁴³ **para establecer acuerdos con los pueblos indígenas**; y
3. Cuando se prevea que una afectación sea de tal grado que en cuyo caso no es suficiente la simple consulta, sino que es necesario el **consentimiento libre, previo e informado, con pleno conocimiento de causa**.

En caso de este último nivel, son materia de consentimiento libre, previo e informado los siguientes:

- Cuando excepcionalmente sea necesario el traslado y la reubicación de pueblos indígenas fuera de sus tierras (Artículo 16.2 del Convenio 169 de la OIT y Artículo 10 de la DNUDPI).
- La posible privación de cualquier tipo de bien cultural, intelectual, religioso y espiritual. Y, en caso de que esto ocurra sin su consentimiento libre, previo e informado, el Estado deberá proporcionar la reparación por medio de mecanismos eficaces, que podrán incluir su restitución (Artículo 11.2 de la DNUDPI; Artículo XIII de la DADPI).
- Cualquier tipo de confiscación, toma, ocupación, utilización o daño efectuado en tierras y territorios que tradicionalmente hayan poseído u ocupado o utilizado de otra forma los pueblos indígenas; y, en caso de que esto ocurra sin su consentimiento libre, previo e informado, los pueblos indígenas tienen derecho a la reparación, por medios que pueden incluir la restitución o, cuando ello no sea posible, una indemnización justa, imparcial y equitativa que consistirá en tierras, territorios y recursos de igual calidad, extensión y condición jurídica o en una indemnización monetaria u otra reparación adecuada (Artículo 28.1 de la DNUDPI).
- El almacenamiento o desecho de materiales peligrosos en las tierras o territorios de los pueblos indígenas (Artículo 29.2 de la DNUDPI).
- Ante cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo. (Artículo 32 de la DNUDPI; Artículo XXIX. 4 de la DADPI).
- Cuando se trate de adoptar medidas efectivas para facilitar el ejercicio y asegurar la aplicación de los derechos de asociación, reunión, organización y expresión de las comunidades indígenas, su derecho a reunirse en sus sitios y espacios sagrados y ceremoniales, incluyendo el libre acceso y uso de los mismos, así como el derecho a transitar, mantener, desarrollar contactos, relaciones y cooperación directa, incluidas

⁴³ Como referencia, algunas medidas que son materia de la consulta: artículos 15.2, 17.2, 22.3, 27.3 y 28.1 del Convenio 169 de la OIT; artículos 15.2, 17.2, 30, 36 y 38 de la DNUDPI; artículo 2º, apartado B, fracciones II y IX de la CPEUM; artículo 11, fracción VII y artículo 119 de la Ley de la Industria Eléctrica; artículo 4 de la Ley de Energía Geotérmica; artículo 120, de la Ley de Hidrocarburos; Jurisprudencia 37/2015 de la Sala Superior del Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación; Amparo en Revisión 631/2012, Suprema Corte de Justicia de la Nación; Controversia Constitucional 32/2012 y Acción de Inconstitucionalidad 83/2015 y acumulados; Tesis LXIV/2016 de la Sala Superior del Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación; y, Tribunal Federal de Justicia Fiscal y Administrativa. Caso Valles Centrales de Oaxaca, Expediente 9216/11-17-01-5.





las actividades espirituales, culturales, políticas, económicas y sociales, con sus miembros y con otros pueblos. (Artículo XX de la DADPI).

- Siempre que se trate de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que afecten a los pueblos interesados. (Artículo XXIII.2 de la DADPI)
- En aquellos casos en que se pretendan adoptar medidas necesarias para que los acuerdos y ordenamientos provean el reconocimiento y la protección adecuada del patrimonio cultural de los pueblos indígenas y la propiedad intelectual asociada a dicho patrimonio. (Artículo XXVIII.3 de la DADPI)

Es importante considerar que en principio *“todo proceso de consulta debe perseguir el objetivo del consentimiento, en algunos casos, puede que su ausencia no impida a las autoridades decretar las acciones correspondientes, lo cual dependerá del nivel de impacto que tendrá [la acción o medida] sobre la comunidad o grupo indígena, debiéndose ponderar los intereses sociales en juego, esto es, tanto de los afectados como de los beneficiados por la [acción o medida], quedando en aptitud las autoridades correspondientes a decretar, en la medida de sus facultades, las acciones necesarias para resarcir o aminorar las eventuales afectaciones que deriven de la [implementación de la medida]”*.⁴⁴

Asimismo, el Comité de Expertos de la OIT, ha establecido que la consulta previa, no implica un derecho a vetar decisiones estatales, sino que es un mecanismo idóneo para que los pueblos indígenas y tribales tengan el derecho a expresarse e influir en el proceso de toma de decisiones. No obstante, *“nada impide que los acuerdos a los que arriben las partes como resultado del proceso consultivo consistan, precisamente, en la negativa del proyecto o, simplemente, sean insuficientes para obtener el mentado consentimiento en los casos en que éste sea indispensable”*.⁴⁵

En concordancia con lo anterior, el objeto de la consulta se determinará caso por caso en apego a los más altos estándares nacionales e internacionales en materia de derechos humanos, el cumplimiento del papel del Estado como ente garante, la protección reforzada, y los principios en materia de bioseguridad de los OGM, bajo el enfoque integral, tomando en cuenta los estudios de impacto ambiental, social, cultural, de riesgo y otros análisis que se efectúen. En este precepto, las autoridades responsables asumirán los compromisos correspondientes dentro de los acuerdos y planes de trabajo conjunto que se realicen en el marco de la consulta realizada.

⁴⁴ Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN), AMPARO EN REVISIÓN 631/2012. http://www.escri-net.org/sites/default/files/Aclaracion%20de%20sentencia%20SCJN_0.pdf. (Última visita 22 de abril del 2014). Asimismo, la SCJN indica *“que existe la obligación de buscar el consentimiento dado libremente y con pleno conocimiento de causa”*, y que en los *“proyectos de menor impacto dentro del territorio, se debe procurar el consentimiento libre, previo e informado sobre el proyecto o por lo menos sobre la identificación de los impactos, así como la forma de prevenirlos y mitigarlos”* y que en los planes de *“desarrollo y proyectos de mayor impacto es deber del Estado obtener el consentimiento libre, previo e informado”* Cfr. Suprema Corte de Justicia de la Nación, Protocolo de actuación para quienes imparten justicia en casos que involucren derechos de personas, comunidades y pueblos indígenas, México, SCJN, 2013, p. 39. Nota: El texto entre corchetes no es parte del texto original que hace referencia específica al Acueducto Independencia.

⁴⁵ Espinoza Hernández, R. (2019). *Op cit*.





b) Principios

Conforme a los estándares nacionales e internacionales en materia de la consulta, los principios que sustentan la participación de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables son los siguientes:

- Libre determinación. Conforme a los artículos 3 de la DNUDPI y artículo 2 de la CPEUM, la libre determinación es el derecho que tienen los pueblos indígenas para determinar libremente su condición política y perseguir su desarrollo económico, social y cultural. Se trata de la base de la que dimanar la mayor parte de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas.
- Participación. La participación/negociación/diálogo de los pueblos y comunidades indígenas con el Estado y la sociedad es uno de los principios torales de la consulta y el consentimiento. Los medios ordinarios de participación ciudadana no pueden sustituir la consulta a los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, como titulares de sus derechos humanos. La particularidad cultural e histórica de los pueblos indígenas obliga a los Estados a adaptar y reforzar los mecanismos comunes de participación ciudadana, dando lugar a la consulta y consentimiento libre, previo e informado, además de otros mecanismos como la manifestación unilateral de la voluntad. Es necesario propiciar la más amplia participación de quienes integran los pueblos indígenas, en condiciones de libertad y equidad, debiendo existir una interpretación amplia y acorde a lo más favorable para los pueblos indígenas, a fin de lograr que el mayor número de sus integrantes participe en estos procedimientos.
- Buena fe. Conforme al criterio de la SCJN, la buena fe “... *no se encuentra definida en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo ni en otras leyes administrativas, por lo que es menester acudir a la doctrina, como elemento de análisis y apoyo, para determinar si en cada caso la autoridad actuó en forma contraria a la buena fe. Así, la buena fe se ha definido doctrinariamente como un principio que obliga a todos a observar una determinada actitud de respeto y lealtad, de honradez en el tráfico jurídico, y esto, tanto cuando se ejerza un derecho, como cuando se cumpla un deber...*”⁴⁶

Otra perspectiva de la buena fe es la posibilidad de revertir el pasado de engaño, despojo e incomprensión que ha primado históricamente en la relación con estos pueblos, para crear las bases de un nuevo modelo de diálogo basado en la confianza, el respeto y la dignidad de ambas partes. En otras palabras, “...*la buena fe es el apego a la palabra empeñada y comprometida o la ausencia de manipulación en un acto jurídico.*”⁴⁷

⁴⁶ [TA]; 9a. Época; T.C.C.; S.J.F. y su Gaceta; Tomo XXI, enero de 2005; Pág. 1724

⁴⁷ Informe del Comité encargado de examinar la reclamación en las que se alega el incumplimiento del artículo 24 de la Constitución de la OIT por la Federación de Trabajadores del Campo y la Ciudad. Expedientes GB 294/17/1 y GB 299/6/1. 2005. párrafo. 53



- Interculturalidad. Da cuenta de las múltiples interacciones entre las poblaciones indígenas y la sociedad nacional, en ámbitos sustantivos. Implica tomar en cuenta las distintas visiones, perspectivas e intereses que se vean involucrados por el tema a consultar, a fin de generar las condiciones necesarias que hagan posible que los proyectos o leyes, con expresiones culturales e intereses diversos, en su caso, se vuelvan compartidos y benéficos para todos los involucrados, atendiendo las condiciones de asimetría en que los pueblos indígenas han estado en sus relaciones con la sociedad nacional, para que tales interacciones sean justas y benéficas para ellos.
- Colectividad. La perspectiva colectiva, propia de las culturas y procesos de los pueblos indígenas, da sustento al conjunto de las instituciones sociales, económicas, culturales, políticas y jurídicas que organizan y estructuran su vida comunitaria. Bajo esta consideración, en razón del principio de colectividad, en los procesos de consulta y consentimiento se debe procurar que se respeten y garanticen, en todo momento, la pervivencia de los pueblos como entidades culturalmente diferenciadas y la expresión colectiva de sus instituciones representativas y sus bienes bioculturales.
- Igualdad entre mujeres y hombres. Es el enfoque que permite el ejercicio de los derechos y la participación de las mujeres indígenas, en equidad. En este marco, la participación de mujeres y hombres pertenecientes a los pueblos indígenas debe darse en condiciones de igualdad, a fin de conocer sus opiniones y puntos de vista acerca de los diferentes temas de la consulta; incluyéndose, además, las diferencias generacionales.
- Bienes comunes. Es el reconocimiento y respeto de la existencia de bienes culturales y naturales accesibles a todos los miembros de la comunidad; cuya propiedad, acceso, usufructo y cuidado es de orden colectivo, por lo que, en el marco de la consulta, es necesario considerar esta cualidad en aquellos bienes o recursos que pueden tener incidencia en la toma de decisiones de los sujetos consultados.
- Deber de acomodo. Es obligación del Estado, en pleno cumplimiento con el Estado de Derecho, de respetar los resultados de la consulta. El deber de consulta requiere flexibilidad de todas las partes involucradas para acomodar los distintos derechos e intereses. Además, durante una consulta las partes pueden convencerse y declarar la inviabilidad del proyecto, lo que constituye en sí el objeto de la consulta como medio de expresión y escucha de las opiniones de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables.⁴⁸
- Deber de adoptar decisiones razonadas. El Estado deberá garantizar el respeto de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y asegurar a éstos las condiciones

⁴⁸ Espinoza Hernández, R. (2019). *Op cit.*



para una vida digna. Debe priorizarse en todo momento el interés colectivo, por encima de intereses particulares y fines comerciales.

c) Condiciones mínimas para la validez de los procesos

Para concretar, en apego a los más altos estándares de derechos humanos, cualquier proceso de consulta y consentimiento es fundamental: que éstos se lleven a cabo con carácter previo a las medidas o acciones que se pretenden desarrollar, asociadas a la liberación al ambiente de OGM; que se dirija a las personas consultadas, mediante sus autoridades tradicionales o instituciones representativas; que se realice de buena fe y a través de los medios idóneos para su desarrollo; que se provea de la información completa y necesaria, como los estudios de impacto para tomar las decisiones; y, que se ejecute con el propósito de que, mediante su participación, el diálogo y su opinión, se llegue a acuerdos y, en su caso, se obtenga el consentimiento, respetando su libre determinación. Además, la consulta deberá implementarse a través de procesos culturalmente adecuados y utilizando las formas e instituciones que estos mismos ocupan para tomar decisiones. A continuación, se abunda en estas características:

- Libre. Las instancias involucradas realizarán todas las medidas necesarias para garantizar que el proceso de consulta esté libre de coerción o intimidación, en condiciones de libre participación y seguridad de los pueblos y comunidades indígenas, como sujetos de derecho. Lo anterior, en reconocimiento a los derechos fundamentales establecidos en la CPEUM, así como, en la Carta de las Naciones Unidas, la Declaración Universal de los Derechos Humanos y las demás normas y estándares nacionales e internacionales aplicables. Bajo esta condición, se reafirma el derecho a la libre determinación y autonomía de los pueblos indígenas.
- Previa. El proceso de consulta debe llevarse a cabo siempre con la suficiente antelación a la emisión del permiso de liberación al ambiente de OGM (artículo 108 de la LBOGM), respetando los tiempos, modos, usos, costumbres y culturas de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, de otra manera, tal como se ha mencionado antes, se estaría incurriendo en actos irreparables de violación de sus derechos. Asimismo, el tiempo debe contemplar las acciones a que haya lugar de conformidad con los estándares nacionales e internacionales en la materia, incluido el desarrollo de los estudios de impacto, sobre los posibles daños y efectos que pudieran presentarse ante la pretendida liberación al ambiente del OGM en cuestión y que pudieran afectar los derechos e intereses de los pueblos y comunidades indígenas o afromexicanas y sus territorios. Lo anterior permitiría que los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables tengan acceso a toda la información necesaria sobre las implicaciones de liberación al ambiente de estos organismos; para que de esta forma, en su caso, manifiesten mediante diálogos abiertos sus opiniones, al tiempo que se establecen los acuerdos con las instancias correspondientes y, en su caso, definan si otorgan o no su consentimiento previo, libre e informado. Con ello, la autoridad responsable del proceso de emisión del





permiso cumpliría con sus obligaciones en materia de derechos humanos. Además, en esta cualidad, es pertinente recordar lo dicho por la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), en aplicación de las disposiciones de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, que ha determinado que “*se debe consultar con [los pueblos indígenas] en las primeras etapas del plan... y no únicamente cuando surja la necesidad de obtener la aprobación de la comunidad*”.⁴⁹

Un proceso consultivo realizado *a posteriori* “violenta la propia garantía de consulta al vulnerarse sus características connaturales... su celebración a destiempo implica una violación de procedimiento de imposible reparación...”.⁵⁰

Informada. El proceso de consulta deberá efectuarse con base en información pertinente, clara y veraz sobre el OGM que se pretende liberar al ambiente, no sólo a nivel genético, sino en niveles epigenéticos que el avance de la ciencia permita difundir; así como los efectos ambientales, sociales, económicos, culturales, en el corto mediano y largo plazo, producto de dicha liberación, considerando además todos aquellos factores de riesgos y daños asociados al paquete tecnológico que acompaña la liberación al ambiente, con énfasis en el uso de plaguicidas. Además, debe incluirse información sobre la legislación que los protege, en materia de derechos humanos y bioseguridad de los OGM. Todo lo anterior, transmitido en un lenguaje accesible y culturalmente pertinente (debe incluirse a personas traductoras especializadas en las lenguas de los consultados), integrando y respondiendo lo que las propias comunidades y pueblos indígenas, afro-mexicanas y equiparables consideren que deba incluirse en la información que se les proporcione. Satisfaciendo así el ejercicio de derechos conexos a la participación, como lo son el acceso a la información y al disfrute de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones. Sólo así podría considerarse que los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables tendrían conocimientos suficientes para tomar decisiones, emitir sus opiniones y, en su caso, llegar a acuerdos y otorgar su consentimiento.

- De buena fe. El proceso de consulta se debe realizar en un clima de confianza mutua, a través de un diálogo intercultural que tenga como base el respeto de los derechos, intereses, valores y cultura de los pueblos y comunidades, sujetos a ser consultados; de manera que se puedan alcanzar acuerdos y, en su caso, obtener el consentimiento libre, previo e informado, que reflejen la voluntad del pueblo o comunidad indígena a consultar. En este aspecto, debe considerarse que el Estado y las partes interesadas deben actuar con veracidad y honestidad, no debe haber dolo, imposición, manipulación, simulación, sesgo ni pretensiones tendientes a influir en la libertad de

⁴⁹ Corte Interamericana de Derechos Humanos, Pueblo Indígena Kichwa de Sarayaku vs Ecuador, Sentencia de 27 de junio de 2012

⁵⁰ Espinoza Hernández, R. (2019). *Op cit.*



la parte consultada, sobre todo, debe primar el interés por el bienestar de las personas y el respeto a los derechos humanos, por encima de cualquier interés de particulares y del Derecho administrativo o privado. Asimismo, se considera que debe existir respeto mutuo entre las partes, de tal manera que haya condiciones de confianza para la debida implementación del proceso.

- Culturalmente adecuada. El proceso de consulta debe ser pertinente, desde el punto de vista cultural y lingüístico, por lo que en cada una de las etapas se debe asegurar el respeto hacia las formas de organización tradicional, los sistemas normativos, los conocimientos y los modos de vida propios de la comunidad o pueblo indígena, afromexicano y equiparable, sujeto de derechos. Se deben desarrollar procedimientos adecuados con metodologías culturalmente pertinentes que abarquen, al menos, un periodo inicial de información, seguido de un proceso de deliberación y otra fase para tomar acuerdos, así como el seguimiento a los mismos. Éstos se deben ajustar a la cultura, lengua, forma de toma de decisiones, autoridades o instituciones representativas y formas de elección, así como a los sistemas normativos internos de los pueblos y comunidades, llegando a acuerdos sobre la construcción y desarrollo del propio procedimiento. Se deben garantizar procedimientos que favorezcan el análisis y la comprensión por parte de las comunidades y pueblos a consultar sobre las posibles afectaciones en los diferentes ámbitos de su vida comunitaria, en particular, aquellos que incidan sobre su territorio, recursos naturales y hábitat. Es fundamental que se establezcan, caso por caso, los procedimientos, los medios, las formas y las autoridades tradicionales o instituciones representativas de la comunidad o pueblo indígena o afromexicano, en ejercicio de su autonomía constitucional y libre determinación. Es decir, implica dotar al procedimiento de consulta de un conjunto de características apropiadas y específicas que permitan su realización en el marco del contexto jurídico, económico, social y cultural de los pueblos indígenas; que el sujeto consultado entienda a cabalidad el proceso y sus implicaciones, incluyendo los temas o contenidos de la medida administrativa o legislativa en cuestión, desde su propia cultura, para que actúe en consecuencia.
- Sistemática y transparente. El proceso de consulta implica un sistema permanente en la toma de decisiones, donde se deben respetar los tiempos de cada etapa. En tanto que la transparencia se debe entender como la exigencia de conducirse con honestidad tanto en el actuar de la autoridad que impulse la consulta, como respecto de la información que se proporcione a los consultados; adicionalmente, se debe incluir el deber de hacer público el proceso y sus resultados.
- Respeto a las decisiones de las comunidades y de sus sistemas normativos. Los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables deben ser informados sobre los temas de la consulta, la información deberá divulgarse en todos los ámbitos, en particular, en los ámbitos comunitario y familiar. Una vez que se generen los acuerdos y decisiones se harán llegar a las instancias correspondientes,





por medio de sus autoridades y representantes, y dichas decisiones deberán ser respetadas en su totalidad, sin modificaciones o adiciones.

- Lograr un acuerdo u obtener el consentimiento. El diálogo que se establezca con los pueblos y comunidades indígenas, a través de los procesos de consulta, será un mecanismo respetuoso, participativo, e inclusivo de la composición diversa, en cuanto a género y generación, de los pueblos y comunidades, tendiente a generar acuerdos respecto a las medidas administrativas o legislativas que correspondan y, en su caso, obtener el consentimiento del sujeto colectivo consultado. Durante el proceso de diálogo, las partes pueden declarar expresamente la inviabilidad del permiso.

Todos los procesos de consulta que se realicen de manera indebida “marca(n) la ilegalidad del proceso administrativo y del acto de autoridad resultado de él, al tratarse de un vicio de difícil o imposible superación, así como por atentar en contra de la libre determinación y los derechos fundamentales de la comunidad indígena, directamente la participación en la dirección de los asuntos públicos e indirectamente el derecho al territorio y el resto de los derechos puestos en juego”.⁵¹

IV. Procedimientos previos a la consulta

4.1 Criterios de procedencia

Antes de llevar a cabo el diagnóstico de factibilidad de la consulta se deberán observar los siguientes criterios:

1. Viabilidad de la solicitud.

Conforme a la información de la solicitud de permiso de liberación de cualquier OGM, en cualquier etapa (experimental, piloto o comercial), que remite la Sader, a través del Senasica o la Semarnat, mediante la Dirección General de Recursos Naturales y Bioseguridad, según el tipo de OGM, a la Secretaría Ejecutiva de la Cibiogem (SEj- Cibiogem), esta última deberá determinar la procedencia de una posible consulta indígena.

- Inicialmente, se considerarán los supuestos establecidos en la LBOGM para que la autoridad competente emita una resolución negativa; esto es, en los casos en que las solicitudes estén consideradas para a) las zonas donde se restrinjan las actividades con OGM; o bien b) por no cumplir con los requisitos de dicha Ley. Al respecto, se hace la precisión que las zonas restringidas son las siguientes:

⁵¹ Espinoza Hernández, R. (2019). Op cit.



- Sitios determinados como centros de origen y de diversidad genética.⁵²
 - Áreas Naturales Protegidas, con sus excepciones.⁵³
 - Zonas establecidas por la Sader como libres de OGM.⁵⁴
- Asimismo, se verificará la información de la solicitud proporcionada, en tanto que cumpla con lo mandatado en la LBOGM y su Reglamento. Para ello, el Senasica o la Semarnat, según sea el caso, proporcionarán a la SEJ- Cibioigem la información correspondiente de la solicitud, así como la información adicional que sea relevante para el determinar los criterios de procedencia de la consulta o, en su caso, del desarrollo de la consulta.
2. Dictamen vinculante de la Semarnat.
 - Con la finalidad de no llevar a cabo procesos administrativos innecesarios que impliquen movilización de recursos materiales y de actividades de personas servidoras públicas, el mecanismo presente se activará si y sólo si se cuenta con el dictamen vinculante de bioseguridad, en sentido favorable, que emite la Semarnat sobre los posibles riesgos que la actividad con OGM de que se trate pueda causar al ambiente y a la diversidad biológica. Lo anterior, de conformidad con el artículo 15, fracción I y su último párrafo, de la LBOGM. Una vez que el Senasica tenga el dictamen de bioseguridad vinculante, éste deberá turnarlo a la SEJ- Cibioigem para acreditar este criterio de procedencia de la consulta.
 3. Ubicar el polígono donde se pretende llevar a cabo la liberación al ambiente de OGM.

Adicional a la información de la solicitud de permiso de liberación de OGM, donde se proporcionan los elementos informativos y coordenadas del tipo *Universal Transverse Mercator* (UTM), para ubicar la localización de los polígonos que delimitan la zona en la que se pretende realizar la liberación; el Senasica deberá proporcionar a la SEJ- Cibioigem la capa geográfica de dichos polígonos para una completa y plena identificación de los predios propuestos en la solicitudes de permiso de liberación al ambiente de OGM; a efecto de determinar si existe presencia de comunidades indígenas en la zona o en zonas aledañas susceptibles a ser afectadas.
 4. Determinar la presencia de comunidades indígenas.
 - Para la identificación de las comunidades sujetas al proceso de consulta, la SEJ- Cibioigem solicitará al INPI, la información necesaria sobre la presencia de comunidades indígenas y afromexicanas, en las zonas donde se pretenda la

⁵² Artículos 86, 87 y 88 de la LBOGM.

⁵³ De conformidad al Artículo 89 de la LBOGM sólo se permitirán actividades con OGM para fines de biorremediación, es decir cuando se presenten amenazas a las especies animales, vegetales o acuícolas y la utilización de OGM puedan ayudar para evitar o combatir dicha situación, siempre que se cuente con los elementos científicos y técnicos necesarios que soporten el beneficio ambiental que se pretende obtener.

⁵⁴ Artículo 90 de la LBOGM.





liberación de OGM; ello sobre la base de la autoadscripción de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, para definir su identidad y pertenencia, como medida que contrarreste la tendencia a la caracterización externa, impuesta y estereotipada sobre lo que tales poblaciones deben ser.

- Se podrá solicitar a las autoridades municipales o locales información sobre la presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes en las zonas donde se pretenda la liberación de OGM.
- Conforme a la información de los polígonos propuestos para la liberación al ambiente de OGM, el INPI podrá precisar el alcance de la zona en la cual se deberá constatar la presencia de comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables que puedan ser susceptibles de afectación por la liberación de los OGM. Se deberán tomar en cuenta las regiones y sitios, como los sagrados y los de importancia cultural, mítica y ceremonial, señaladas como libres de transgénicos por estos pueblos y comunidades.
- La SEJ- Cibiogem, podrá proponer un buffer o zona de influencia de la zona en la que se deberá constatar la presencia de comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, a través de la proyección geográfica de posibles impactos del OGM que se trate y del paquete tecnológico asociado a los eventos GM que pretendan ser liberados al ambiente, para ello, se deberá contar con información suficiente. Esta información se podrá requerir a las instancias y autoridades competentes, así como recurrir a información científica y técnica disponible; incluso, se podrá recurrir a la información elaborada por las propias comunidades y pueblos o por las organizaciones de la sociedad civil especialistas en el tema.
- Cabe señalar que la estimación de la zona o región susceptible al proceso de consulta, no se limita a los predios o polígonos propuestos para la liberación al ambiente de OGM, ya que los efectos de los OGM o de su paquete tecnológico asociado pueden tener impactos significativos a distancias considerables del área de liberación.
- En caso de que los predios propuestos para la liberación del OGM se encuentren dentro de los núcleos agrarios certificados, se podrá requerir información a la Procuraduría Agraria y requerir el informe del Registro Agrario Nacional respecto a las localidades agrarias que pudieran verse impactadas por dicha liberación
- En caso de que no se identifiquen sujetos de consulta, la SEJ- Cibiogem lo hará del conocimiento del Senasica o de la Semarnat, según corresponda.

Una vez validados los criterios de procedencia, la SEJ- Cibiogem, llevará a cabo el diagnóstico de factibilidad de la consulta.

4.2 Diagnóstico de factibilidad

Cuando se haya realizado el proceso correspondiente para constatar los criterios de procedencia de la consulta indígena; es decir, que exista una solicitud de permiso de liberación al ambiente de un OGM y que la Semarnat haya emitido un dictamen de bioseguridad, en sentido FAVORABLE, sobre dicha solicitud, la Cibiogem, a través de su



Secretaría Ejecutiva realizará el diagnóstico de factibilidad para poder iniciar un proceso de consulta o, en su caso, no aplicar la medida administrativa ante la identificación de una afectación significativa directa sobre las comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables asentadas en las zonas donde se pretenda la liberación del OGM y cuya afectación implique una violación a los derechos sustantivos de estas comunidades.

La factibilidad de la consulta se refiere al proceso a través del cual se llevará a cabo un diagnóstico para determinar si es viable iniciar un proceso de consulta indígena, aunado al proceso administrativo que se establece en la normativa ante una solicitud de permiso para la liberación al ambiente de OGM. Para ello, es necesario constatar si existen impactos significativos directos sobre pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables; estos impactos pueden manifestarse sobre sus entornos ambientales que, a su vez, repercutan en su salud, en sus dinámicas socioeconómicas, culturales e identitarias, así como, en las dimensiones bioculturales, poniendo en riesgo su existencia misma como colectivos de pueblos originarios.

Ante esta situación, el diagnóstico de factibilidad servirá para que el Estado, como ente garante de derechos humanos, a través de las instancias que tienen facultad de aplicar la medida administrativa y las personas servidoras públicas involucradas, haciendo un ejercicio adecuado de sus obligaciones constitucionales, puedan proteger, garantizar y respetar los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, evitando la liberación de algún evento GM que represente un peligro de daño grave o irreversible para el ambiente y la salud humana de estas personas y de la población en general aledaña a la zona donde se pretenda la liberación, así como, afectaciones a sus derechos humanos.

Cabe señalar que los cultivos genéticamente modificados conllevan un paquete tecnológico asociado, tal es el caso del uso de los agrotóxicos, cuyo impacto también deberá contemplarse en el diagnóstico de factibilidad, toda vez que sus efectos son sinérgicos con los de la liberación al ambiente del evento transgénico del que se trate.

Este diagnóstico se deberá basar en los siguientes criterios que, a su vez, le dan sustento jurídico:

- Criterio del principio precautorio. El criterio base para la realización del diagnóstico de factibilidad será conforme al principio precautorio, cuya observancia es obligatoria para todos los operadores jurídicos, incluidas las personas servidoras públicas. Es necesario recordar que, para activar el principio de precaución no es necesario que la evidencia científica provea indicadores unívocos y definitivos sobre el riesgo. Cabe señalar que los casos pasados de exposición a las sustancias nocivas que son empleadas en el cultivo de OGM, como los plaguicidas, ofrecen pruebas abundantes del elevado costo que supone esperar a que haya pruebas convincentes del daño. De la misma forma, la aplicación inadecuada del principio de precaución



no debería evitar ni impedir tomar medidas que conlleven importantes beneficios para la sociedad.⁵⁵

Considerando que la ciencia no determina, para todas las sustancias, en todas las circunstancias y en todos los momentos, relaciones causales concluyentes entre los productos tóxicos y sus efectos; y, tomando en cuenta que se trata de un proceso de desarrollo continuo del conocimiento, son inevitables las lagunas y las incertidumbres. Precisamente, por la existencia de esas incertidumbres es tan importante el recurso al principio de precaución.⁵⁶

El principio de precaución permite adoptar decisiones para prevenir riesgos ambientales, aunque no se tenga certeza científica o técnica sobre el riesgo que representa determinada situación o actividad. La falta de pruebas científicas o técnicas no es motivo para no tomar las medidas necesarias para salvaguardar el medio ambiente, la salud y los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables.⁵⁷

- Enfoque de derechos humanos. El Estado mexicano, antes que nada, tiene que velar por el bienestar de las personas y cumplir con sus obligaciones en materia de derechos humanos, actuando como ente garante en todo momento. Más aún, cuando se trate de poblaciones históricamente vulneradas, se debe aplicar un criterio de protección reforzada, ante posibles vulneraciones a sus derechos humanos. Es así que, antes de iniciar cualquier proceso de consulta, de presentarse potenciales afectaciones a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables, derivado de una pretendida liberación al ambiente de OGM, en cualquiera de sus fases, se debe determinar que no es factible el otorgamiento de cualquier permiso de liberación al ambiente del OGM del que se trate. Es responsabilidad de la SEJ- Cibiogem encabezar este diagnóstico e informar sus resultados. Observando los principios de universalidad, interdependencia e indivisibilidad, progresividad, inalienabilidad y pro persona.
- Los demás principios en materia de bioseguridad de OGM. Tal como se ha referido anteriormente, en el Derecho nacional e internacional existen principios inextricables a la bioseguridad de los OGM, éstos incluyen: la prevención, quien contamina paga, reparación del daño ambiental, además de la sustentabilidad y la equidad intergeneracional.
- El enfoque integral de bioseguridad de los OGM. Ya se ha referido que toda política pública de bioseguridad de los OGM deberá basarse en los principios, misión, visión

⁵⁵ Tuncak, B. (2019). Implicaciones para los derechos humanos de la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos. Recuperado de:

<https://sistemadenu.scjn.gob.mx/buscadornu/reporte?doc=procedimientosEspeciales/RTI%20SUSTANCIAS%20TOXICAS.pdf>

⁵⁶ Orellana, M. (2021). El derecho a la ciencia en el contexto de las sustancias tóxicas. Consejo de Derechos Humanos. Recuperado de: https://sistemadenu.scjn.gob.mx/buscadornu/reporte?doc=procedimientosEspeciales/A_HRC_48_61_S.pdf

⁵⁷ SCJN, Jurisprudencia 1a./J. 10/2022, SJF, Undécima Época, 01 de abril de 2022. Registro digital: 2024376.



y valores aceptados por la Cibiogem, que reconocen el enfoque integral de la bioseguridad de los OGM.

El proceso de diagnóstico de factibilidad deberá incluir los siguientes elementos:

- Información inicial. La SEj- Cibiogem deberá contar con la información necesaria en cuanto a la solicitud del permiso de liberación al ambiente del OGM que se trate y el diagnóstico de bioseguridad que emite la Semarnat en sentido favorable.
- Requerimiento de información para el diagnóstico. La SEj- Cibiogem deberá allegarse de toda la información necesaria y emitir los requerimientos a las instancias que cuenten con información en cuanto a los impactos a la salud, al ambiente, a las dinámicas socioeconómicas, culturales y espirituales u otras consideraciones, que pudieran afectar los derechos humanos de las comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, con presencia en las zonas donde se pretenda la liberación de los OGM, bajo los criterios señalados en el apartado anterior. De manera enunciativa, más no limitativa, las instancias que pueden ser consultadas son: la Semarnat, el INPI, la Conabio, el Conahcyt, la PA, la Secretaría de Cultura, el INAH, Centros Públicos de Investigación o Instituciones de Educación Superior, además de instancias de gobiernos estatales o municipales. Adicionalmente, se podrá recurrir a la información elaborada por las propias comunidades y pueblos o por las organizaciones de la sociedad civil especialistas en el tema.
- Integración de la información para el diagnóstico. La SEj- Cibiogem integrará la información recabada, cuidando en todo momento presentar de manera concreta y veraz los posibles impactos sobre las comunidades indígenas y afro-mexicanas, que la liberación al ambiente del OGM y su paquete tecnológico pudieran ocasionar.
- Resultados del diagnóstico. En caso de que se identifiquen riesgos directos y significativos sobre los derechos de las comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables asentadas en las zonas donde se pretende la liberación de los OGM (ver apartado 2.1), las autoridades facultadas para aplicar la medida administrativa deberán desistir de emitir el permiso de liberación al ambiente del OGM. En caso de que los impactos detectados no representen impactos significativos o directos en los derechos de las comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables asentadas en las zonas donde se pretende la liberación de los OGM, se deberá llevar a cabo el proceso de consulta que se describe en el siguiente apartado del presente instrumento.

V. Inicio y desarrollo del proceso consultivo

El proceso de consulta y participación de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables asentadas en las zonas donde se pretenda liberar al ambiente un OGM, debe realizarse siempre que se identifiquen sujetos de consulta. Esta



determinación deberá llevarse a cabo para las solicitudes de liberación de OGM en etapa experimental, programa piloto y etapa comercial. La SEJ-Cibiogem como instancia coordinadora de la consulta, informará en todo momento al Senasica o a la Semarnat, según corresponda, del estatus en que se encuentre dicho procedimiento.

5.1 Etapa preparatoria

El objetivo de esta etapa es llevar a cabo las gestiones necesarias de coordinación interinstitucional entre las autoridades competentes para propiciar el inicio del proceso de consulta.

a) Identificación de actores involucrados

1. Pueblos y Comunidades indígenas, afroamericanas o equiparables.

- La SEJ- Cibiogem solicitará el apoyo correspondiente del INPI para identificar el universo de comunidades, así como sus autoridades e instituciones representativas reconocidas por la comunidad, a través de formas de representación socio-cultural propias de la comunidad indígena, afromexicana o equiparable en cuestión, por ejemplo, a través de las asambleas comunitarias; así como a personas u organizaciones que sean reconocidas por la comunidad para finalidades de apoyo técnico y legal. También, podrá haber otros participantes por designación de la comunidad: por ejemplo, líderes de organizaciones indígenas, autoridades agrarias, comisarios ejidales, asesores especializados, etc. En todo caso, los sujetos de consulta son las personas de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas o equiparables involucradas en el proceso.

2. Autoridades Responsables.

- Las autoridades responsables serán aquellas que participen en la resolución del trámite de la solicitud de permiso de liberación al ambiente del OGM según lo establece la LBOGM, con el apoyo de coordinación de la SEJ- Cibiogem, apoyadas por el INPI como Órgano Técnico por mandato de Ley. Conforme a esto las autoridades responsables de la consulta serán las siguientes:
 - Sader - Senasica: Instancia responsable en el trámite del permiso.
 - Semarnat: Instancia responsable en el trámite del permiso.
 - Secretaría Ejecutiva de la Cibiogem: Instancia Coordinadora.
 - INPI: Órgano Técnico.

3. Órgano Técnico.

Para la organización y realización del proceso de consulta, las autoridades estatales deben contar con el apoyo y la asesoría de un organismo técnico especializado en la



materia. Es la instancia que tiene como mandato la atención de los asuntos relativos a los pueblos indígenas en el contexto nacional y que habrá de proporcionar la asesoría técnica y metodológica para la realización del proceso de consulta. A nivel federal, de conformidad con lo establecido en los artículos 1, 2, 3, 4 fracción XXIII, 5 y 6 fracción VII de la Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, esta instancia debe ser el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

4. Órgano garante.

- De conformidad con los estándares nacionales e internacionales en materia de consulta indígena, el órgano garante será quien de fe de la legalidad de los procedimientos y actúe como un mediador para nivelar las asimetrías que pudieran presentarse entre las partes. Para los efectos de este mecanismo de consulta, este rol podrá ser asumido por la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) o la Secretaría de Gobernación a través de su Subsecretaría de Desarrollo Democrático, Participación Social y Asuntos Religiosos. Las autoridades responsables podrán emitir las invitaciones correspondientes, en caso de no haber de alguna de las instituciones, no será impedimento para la ejecución de la consulta.

5. Comités Técnicos de Consulta.

- Los Comités Técnicos de Consulta son espacios de interlocución entre las partes, permitiendo a las comunidades y pueblos indígenas, afro-mexicanas y equiparables tener un primer acercamiento al proceso informativo y consultivo. La SEJ-CIBIOGEM en coordinación con el INPI convocará cuando así corresponda y cuando así lo requiera el proceso preparatorio de la consulta, a los comités técnicos de consulta los cuales estarán integrados por las autoridades federales, locales y municipales, que puedan estar involucradas en el proceso. Podrán participar académicos y organizaciones de la sociedad civil, siempre y cuando su invitación sea solicitada por las propias comunidades sujetas de la consulta. También participarán representantes de las comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, con el objetivo de aportar conocimientos, información sustantiva, asesoría sobre las metodologías y análisis especializados.
- Las autoridades responsables también deberán participar en los Comités Técnicos de consulta con el propósito de lograr consenso sobre las características de la consulta. Asimismo, deberá garantizarse que exista un equilibrio en su integración manteniendo el balance y representatividad de las partes. Dependiendo de la magnitud de la consulta, será posible el establecimiento de varios comités Técnicos de Consulta (según corresponda la dimensión y necesidades de la consulta en cuanto a la naturaleza y grado de especialización requerido). Cabe señalar que estos Comités no suplen a la autoridad, sino que son instancias que coadyuvan, en el ámbito de sus atribuciones, a la toma de decisiones en el marco del proceso de consulta.



6. Otras autoridades.

- Se podrán invitar a participar a otras autoridades, según lo amerite el proceso de consulta, que por razón de su competencia tengan injerencia en el proceso o relación con la información necesaria para la consulta, por ejemplo, a la Procuraduría Agraria (PA), al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), la Secretaría de Salud, la Secretaría de Educación, a la Secretaría de Cultura, al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), entre otras instancias. Según sea el caso, podrán ser integradas al Comité técnico de consulta.

7. Observadores.

- Se podrán invitar en carácter de observadores del proceso, a organizaciones de la sociedad civil como ONGs, investigadores especializados, al sector privado e instituciones públicas, todas ellas debidamente acreditadas. Su función únicamente se limitará a documentar y tomar evidencias, con el compromiso de rendir un informe al final del proceso.

b) Programa de actividades

En coordinación con los actores involucrados en la Consulta, se realizará un programa de actividades que contendrá entre otros, los siguientes aspectos:

- Objetivos y las actividades necesarias para el desarrollo de la consulta.
- Cronograma de actividades.
- Responsabilidades específicas de los actores involucrados en la Consulta.
- Lugares donde se llevarán a cabo las actividades.
- Sistematización de los resultados.

Es importante destacar que la delimitación de los tiempos de la consulta deberá ser razonable para todas las partes. En particular habrá que considerar los tiempos que requieran los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables para el análisis y discusión de los temas, por lo que el plan de trabajo debe contemplar cierta flexibilidad de los tiempos y metodologías a aplicar; es decir, el proceso de consulta no se puede sujetar a los tiempos administrativos, toda vez que la dimensión y necesidades de la consulta pueden ser muy variadas; esto en concordancia con la protección en todo momento, de los derechos humanos y los derechos indígenas de las partes consultadas.

c) Presupuesto y financiamiento



Los costos derivados del proceso de consulta corresponderán a las autoridades responsables, quienes ponen las medidas administrativas deberán garantizar los recursos para la consulta. Asimismo, estas autoridades serán responsables de cubrir los costos de los estudios de impacto; es decir, de los efectos de los OGM en la zona donde se pretende su liberación. Para garantizar la mejor operatividad de estos procesos se podrán llevar a cabo los convenios de colaboración interinstitucional que sean necesarios.

d) Compromisos de las partes

El proceso de consulta requiere que las partes involucradas acepten algunas condiciones del procedimiento y del acatamiento de los resultados que se alcancen. Existen dos niveles de compromisos:

- Compromisos que se asumen en cuanto al proceso de consulta; es decir, tiempos de ejecución, tipo de participaciones, metodologías aplicadas, aspectos relacionados con estudios e información, entre otros.
- Compromisos que se refieren al objeto y los resultados de la consulta (si se busca obtener sus opiniones, propuestas, acuerdos o consentimiento); lo que implica generar los acuerdos que corresponda.

Para efectos de los compromisos que se asuman en cuanto al proceso de consulta, se podrán formalizar compromisos y acuerdos respecto a la participación en la consulta a través de convenios de colaboración interinstitucional.

Los acuerdos de las partes serán respetados en apego a la actuación del Estado garante de derechos humanos, la protección reforzada y el respeto a la libre determinación de los pueblos y comunidades, además de los principios en materia de bioseguridad, bajo el enfoque integral.

Para efectos del nivel de compromiso que se refiere al objeto de la consulta, se respetará la decisión de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables, a través de la manifestación de su consentimiento previo, libre e informado, o su negativa.

5.2 Estudios de impacto

Corresponderá a las autoridades competentes Sader, Semarnat y al Conahcyt elaborar los estudios de impacto que se requieran en materia de bioseguridad, orientados a la zona donde se encuentren asentados los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables donde se pretenda la liberación de OGM, en tanto que, la SEJ- Cibiogem será la instancia responsable del seguimiento técnico. Para tal efecto, será posible la coordinación interinstitucional con las demás instancias que conforman a la Cibiogem, a través de su Secretaría Ejecutiva, para desarrollar los trabajos y demás acciones necesarias (como foros, grupos de trabajo, subcomités especializados, paneles de discusión y otras



estrategias) para obtener la información requerida en los estudios de impacto, ello con apego a las disposiciones en la normativa en materia de bioseguridad.

Los estudios de impacto se llevarán a cabo contemplando la dimensión social, cultural y ambiental, por lo que integrarán los efectos del paquete tecnológico asociado a los OGM que se pretendan liberar (los herbicidas y plaguicidas para los que presentan la modificación genética), particularmente en la salud humana y en el ambiente; y las consideraciones socioeconómicas relacionadas a los impactos que se pudieran ocasionar en las comunidades en cuestión. Asimismo, se tomará en cuenta la participación de las comunidades indígenas, para identificar los aspectos que éstas consideren pudieran afectar sus derechos, intereses, patrimonio biocultural y condiciones de vida.

Cabe señalar que los estudios de impacto no deberán ser contratados de manera directa por empresas o actores privados con intereses en el proyecto, sino que deberán realizarse en el marco de un acuerdo con el Estado para garantizar su imparcialidad y que se encuentren libres de conflicto de interés. Asimismo, bajo el enfoque de la bioseguridad integral, los estudios de impacto podrán incluir conocimientos y saberes locales proveídos por la comunidad o comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables sujetas de la consulta, con la finalidad de precisar con mayor claridad el contexto y los efectos que los OGM pudieran representar para los habitantes de la zona.

a) Aspectos operativos

Para coadyuvar en la realización de los estudios de impacto, se evaluarán las siguientes alternativas:

- Interlocución del Comité Técnico de Consulta para identificar aspectos relevantes que deban ser evaluados o investigados por los estudios de impacto (este proceso ya incluye la voz de los representantes indígenas).
- Generación de Subcomités Especializados para determinar aspectos concretos dentro de los estudios de impacto.
- Se puede recurrir a otras instituciones, como al Instituto Nacional de Antropología e Historia que cuenta con una instancia especializada en peritajes antropológicos.
- En cuanto a la participación de las Comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables en los estudios de impacto, la SEJ- Cibiogem podrá solicitar el apoyo correspondiente al INPI como instancia técnica para obtener los aspectos que las comunidades indígenas y afromexicanas consideren relevantes (mismos que se darán a conocer a las instancias responsables de llevar a cabo los estudios de impacto).



b) Resultados

La información resultante de los estudios de impacto deberá determinar la susceptibilidad de afectación a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables. Algunos criterios para determinar el grado de afectación son los siguientes:

- Daños a la diversidad biológica
- Daños al patrimonio económico y biocultural de la comunidad indígena
- Afectación a los sistemas normativos de la comunidad (usos y costumbres)
- Afectaciones a sus sistemas socio-culturales o socio- económicos
- Afectación a los territorios o zonas sagradas de la comunidad
- Afectación a las manifestaciones religiosas de la comunidad
- Afectación sanitaria
- Afectación nutricional
- Afectación al ambiente de larga duración
- Cuando la liberación de los OGM implique traslado de los pueblos indígenas de sus tierras tradicionales
- Cuando la liberación de OGM implique el almacenamiento o eliminación de materiales peligrosos en sus territorios
- Cuando se trate de planes de desarrollo e inversión a gran escala derivados de la liberación de OGM, que pudieran tener un impacto mayor en los territorios indígenas, así como en las formas de vida de sus pobladores.

5.3 Definición del tipo de proceso consultivo

Una vez que ya se cuente con los resultados de los estudios de impacto y toda la información disponible, es posible determinar con certeza la definición del tipo de consulta que se va a llevar a cabo en los casos que proceda. Cabe destacar que los estudios de impacto son sólo una referencia para definir el objetivo de la consulta, ya que se pueden tomar otros elementos con los que se cuente al momento de definir el tipo de consulta.

1. Delimitación de la Materia de consulta.

Son materia de consulta las medidas administrativas relacionadas a las actividades de liberación al ambiente de OGM, que se realicen en territorios de pueblos y comunidades indígenas, afro-mexicanas y equiparables, en los casos en que se cumplan los criterios de procedencia de la consulta (apartado 4.1).

2. Determinación del objetivo de la Consulta.

Con base en el nivel de afectación que se haya determinado en los estudios de impacto y con la información que se tenga disponible, se podrá llevar a cabo la determinación del objetivo de la consulta conforme a la Jurisprudencia Tesis: 2a./J. 11/2023 (11a.) de rubro: DERECHO A LA CONSULTA PREVIA. EL DEBER DE LLEVARLA A CABO SE ACTUALIZA



ANTE LA MERA POSIBILIDAD DE QUE LA DECISIÓN ESTATAL AFECTE O INCIDA DE MANERA DIRECTA O DIFERENCIADA A LOS PUEBLOS Y COMUNIDADES INDÍGENAS, SIN QUE RESULTE EXIGIBLE LA ACREDITACIÓN DEL DAÑO Y SU IMPACTO SIGNIFICATIVO.

VI. Desarrollo del proceso

6.1 Fase 1: Acuerdos previos

Esta etapa consiste en el establecimiento de un diálogo entre las partes para que, a partir de los estudios de impacto, la información disponible y las propuestas generadas en la etapa preparatoria, se genere un consenso respecto a los puntos contemplados en este apartado.

1. Convocar a las partes y acreditar a sus representantes.

Las autoridades responsables convocarán a las autoridades tradicionales o instituciones representativas de la comunidad indígena, afromexicana o equiparable sujeta a consulta, haciendo llegar la convocatoria correspondiente, en su caso, la propuesta del plan de trabajo de la consulta. En este primer contacto, se explicará de manera detallada el objeto de la consulta, sus fases y los actores involucrados, de modo de que los representantes de la comunidad puedan conocer con anticipación, el asunto sobre el cual estarán siendo consultados y, de considerarlo necesario, estar en posibilidad de proponer modificaciones para establecer los acuerdos pertinentes. Esta invitación a participar en el proceso de consulta hacia la comunidad indígena no se limita a un oficio de convocatoria, por lo que las autoridades responsables, de considerarlo conveniente, podrán llevar a cabo una o más reuniones de acercamiento en las que haga llegar la información de manera culturalmente adecuada.

2. Diálogo entre las partes.

Esta actividad consiste en la realización de un conjunto de reuniones entre las partes, donde la autoridad responsable dará a conocer el presente mecanismo y los documentos adicionales con los que se cuente y que sean necesarios para dar a conocer el contexto de la implementación de la consulta (entre ellos, la normativa aplicable en materia de bioseguridad y de consulta indígena).

3. Acordar el programa de trabajo de la consulta

Las partes llegarán a acuerdos sobre cómo se desarrollará el proceso de consulta, que se establecerá en el Programa de Trabajo de la Consulta, mismo que deberá contener al menos los siguientes rubros:



- Identificación de los actores que participan en la consulta.
- Materia de la consulta.
- Objetivo de la consulta.
- Procedimiento o metodología que se va a utilizar.
- Mecanismo de toma de decisiones.
- Programa de trabajo y calendario de actividades.
- Presupuesto y financiamiento.
- Mecanismo de seguimiento y verificación.

A efectos de llevar a cabo la consulta en términos de que sea participativa, incluyente y culturalmente adecuada, es importante destacar que las autoridades deberán respetar en todo momento los tiempos de toma de decisiones de las comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables consultadas.

4. Acordar el nivel de compromisos

Las partes deberán de aceptar y respetar las condiciones del procedimiento y del acatamiento de los resultados que se alcancen.

6.2 Fase 2: Informativa

Durante todo el proceso de la consulta se debe garantizar adecuadamente el derecho a la información, con el apoyo de traductores e intérpretes en la lengua del pueblo consultado y capacitados en el tema de la consulta y en la legislación en la materia, particularmente lo referente a las posibles afectaciones sociales, económicas, culturales, espirituales, ambientales, a la salud y, en general, a cualquiera de sus derechos reconocidos que pudiera ocasionar la liberación del OGM en su territorio, para que la comunidad indígena tenga conocimiento suficiente para llegar a establecer criterios propios sobre el OGM y pueda tomar decisiones al respecto. En caso de falta de consenso científico, se informará a las comunidades indígenas, afroamericanas y equiparables las diferentes posturas de una manera objetiva y de buena fe, a fin de que cuenten con todos los elementos para la toma de decisiones.

Un aspecto fundamental por informar será que la consulta y la emisión de un permiso de liberación al ambiente de OGM no obliga en ningún sentido al uso del OGM en su territorio, dentro del polígono permitido. En el caso de cultivos genéticamente modificados, esta decisión se da al momento en que el interesado opta por utilizar la tecnología (adquirir en el mercado las semillas y el paquete tecnológico necesario) en los predios sobre los que tenga derecho, los cuales, necesariamente, deberán estar ubicados dentro del polígono permitido en el permiso respectivo. Además, será importante informar que la emisión de un permiso de liberación al ambiente de un OGM en ningún sentido implica una autorización de cambio de uso de suelo.



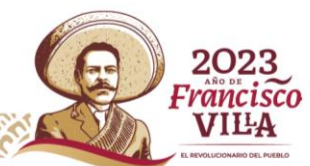
La autoridad emisora del acto administrativo (permiso) deberá proveer toda la información técnica y científica oficial necesaria sobre las características y etapa de la liberación al ambiente del OGM de que se trate, así como las posibles afectaciones a los derechos e intereses de la comunidad indígena, afromexicana o equiparable en cuestión. Deberá mencionar los objetivos, duración, zonas de liberación y posibles zonas de influencia y cualquier otra información necesaria, para garantizar que la toma de decisiones de los sujetos de consulta sea informada. Lo anterior, sin perjuicio de las disposiciones jurídicas relativas a la protección de datos personales y reserva de información. Cabe señalar que lo concerniente a la información procedente de los estudios de impacto debe derivarse de mecanismos que garanticen la imparcialidad de los resultados y que reflejen de manera clara y concisa las características del OGM, la información que se haya generado en la etapa experimental, los beneficios, los riesgos y la información técnica y científica de diagnósticos y estudios previos de impactos a la salud, medio ambiente, sanidad animal, vegetal o acuícola, así como estudios de impacto social, económico y cultural de los que se tenga conocimiento; incluyendo la información sobre la posible contaminación de las semillas nativas, y lo que implica el uso de los OGM en términos económicos, de dependencia tecnológica y las obligaciones asociadas al uso de patentes.

La autoridad responsable deberá informar sobre las características específicas del OGM. De manera enunciativa, más no limitativa, se deberá proporcionar la siguiente información:

- La naturaleza del OGM a liberar.
- El propósito de la solicitud del permiso.
- La duración de la actividad que se pretende realizar con el OGM.
- Las zonas en las cuales se pretende la liberación del OGM.
- Los resultados de los estudios de impacto del OGM.
- El personal que intervendrá en la liberación del OGM y las medidas de bioseguridad aplicables.
- Procedimientos para la resolución de la solicitud de permiso de liberación al ambiente de OGM.
- Cualquier otra información relevante que se tenga disponible.

La autoridad responsable entregará a la comunidad toda la información disponible. El Organismo Técnico vigilará que dicha información sea culturalmente adecuada y que esté libre de tecnicismos, lenguaje incomprensible o demasiado especializado. Asimismo, los medios de difusión de esta información serán asesorados por el Órgano Técnico, con la finalidad de que sean culturalmente adecuados.

Otro aspecto de la información a proporcionar es el marco normativo relativo al derecho a la consulta de los pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables; la normativa nacional en materia de bioseguridad y propiamente el presente documento como mecanismo de consulta a pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas y equiparables asentadas en las zonas donde se pretende la liberación de OGM. Todo lo anterior a través de medios culturalmente adecuados.





6.3 Fase 3: Deliberativa

La Fase Deliberativa iniciará a partir de la conclusión de la Fase Informativa.

Consiste en un periodo de tiempo para que la comunidad indígena, de acuerdo a sus sistemas normativos propios, dialoguen y formulen una opinión colectiva sobre la solicitud de permiso de liberación del OGM al ambiente. Esta opinión colectiva se hará constar en un documento debidamente validado por las autoridades tradicionales.

El periodo de tiempo para llevar a cabo la deliberación por parte de la comunidad podrá ser variable, de acuerdo con las necesidades de la comunidad indígena.

La Autoridad Responsable y otras instancias externas no interferirán en este periodo de reflexión y análisis, garantizando que la deliberación ocurra en un marco de absoluta libertad y responsabilidad.

6.4 Fase 4: Consultiva y de acuerdos

En esta etapa se establecerá un diálogo entre las autoridades responsables y la comunidad consultada, ya sea de manera directa o por conducto de sus autoridades tradicionales, atendiendo a los sistemas normativos indígenas y las formas concretas de organización de la comunidad, con la finalidad de llegar a los acuerdos que procedan para alcanzar el objeto de la consulta que se hubiere fijado.

6.5 Fase 5: Seguimiento de acuerdos

La implementación de los resultados de la consulta, entre otros, deberá comprender:

- La notificación a las partes interesadas.
- En caso de que haya una aceptación condicionada se establecerá un mecanismo para concretar o desarrollar las condiciones determinadas por el pueblo o comunidad indígena, afromexicana o equiparable consultada.
- En caso de no aceptación se recomienda establecer un mecanismo que permita dar seguimiento; así como, establecer una constante vigilancia para garantizar la bioseguridad.
- Tratándose de las opiniones y propuestas, éstas se harán llegar a la autoridad responsable, a efecto de que sean tomadas en consideración al adoptar la medida legislativa o administrativa correspondiente.

Dado que la implementación implica la realización de un conjunto de actividades y compromisos, ésta deberá llevarse a cabo de manera conjunta y coordinada con la participación interinstitucional correspondiente.



ANEXO 1.

Recomendaciones del Subcomité Especializado GT-108 para el fomento de la participación social, con énfasis en la participación indígena

- Vinculación interinstitucional aprovechando las experiencias previas en consulta y participación social, socializando los mecanismos de participación que han tenido resultados favorables.
- Integración de un diálogo de saberes como mecanismo de interlocución gobierno-comunidades indígenas y afromexicanas.
- Fomentar la participación de los pueblos y comunidades en las tareas de vigilancia y supervisión para garantizar la bioseguridad en sus territorios.
- Fortalecimiento del andamiaje jurídico que garantice la protección más amplia de los derechos humanos con énfasis en los derechos de pueblos y comunidades indígenas y afro mexicanas.
- En términos de política pública, fomentar la investigación intercultural y del diálogo de saberes para generar diagnósticos que coadyuven en la planeación de proyectos que conduzcan a acciones de desarrollo local y regional.
- Fortalecer los mecanismos para la identificación de los actores (jóvenes, mujeres, ancianos y niños), con la finalidad de establecer diálogos horizontales que permitan el intercambio de saberes interculturales.
- Revalorizar el saber científico para incluir los saberes bioculturales.
- Fortalecer las experiencias de ordenamientos participativos territoriales a través de políticas públicas que garanticen la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y afromexicanas.
- Fortalecer la infraestructura necesaria para hacer llegar a través de los medios tecnológicos y digitales la información que sea de interés de las comunidades indígenas y afromexicanas. Asimismo, identificar y aprovechar los medios locales de difusión, como es el caso de las radiodifusoras locales.
- Dadas las limitaciones de movilización y acceso a las comunidades indígenas y afromexicanas, llevar a cabo las reuniones e intercambios en puntos estratégicos que permitan la mayor participación de la comunidad.
- Conforme al artículo 108 de la Ley de Bioseguridad, donde indica que la CIBIOGEM es la encargada de generar los mecanismos de consulta y participación, tomar en cuenta los valores, los principios, los aspectos jurídicos y la bioseguridad integral para la construcción de todos aquellos mecanismos de participación que sean necesarios.



ANEXO 2.

EVIDENCIAS DE LOS EFECTOS ADVERSOS POR EL USO DEL GLIFOSATO

El glifosato es la sustancia más usada como herbicida en todo el mundo^{1,2} fue introducido al mercado por la empresa Monsanto en 1974 con su fórmula comercial más conocida, el *Roundup*®³ que, posteriormente, se convirtió en una marca que engloba a su vez varias formulaciones hechas a base de glifosato. Químicamente, es una molécula formada por una fracción de glicina y un radical aminofosfato unido como sustituyente de uno de los hidrógenos del grupo α -amino. Se utiliza como ingrediente activo principal de un número muy alto de herbicidas comerciales para uso agrícola y urbano, en el hogar y en el mantenimiento de jardines públicos, así como en carreteras y otras vías de comunicación.

El glifosato es un herbicida sistémico de pre y post-emergencia (se refiere a si la aplicación del glifosato es en los primeros estados del ciclo de vida de las plantas, durante la germinación por ejemplo, o en etapas posteriores), de amplio espectro y no selectivo (es capaz de ejercer daño sobre la mayor parte de plantas conocidas y, eventualmente, provocar su muerte, incluidas diferentes especies de herbáceas, arbustos y árboles),⁴ en la agricultura se aplica para la eliminación de poblaciones de plantas que crecen, sin haber sido sembradas, al interior y en los alrededores de la parcela agrícola, denominadas arvenses, por los ecólogos y los agrónomos, quelites y medicinales, por los campesinos, o malezas, por los agricultores industrializados y los extensionistas.

Dicha capacidad herbicida se da a través de la afectación de la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) que se encuentra dentro de la ruta bioquímica del ácido shikímico y es la responsable de la producción de tres aminoácidos aromáticos esenciales: fenilalanina, tirosina y triptófano, que son necesarios para la construcción de las proteínas vegetales y realizan funciones vitales en las plantas.⁵ La enzima EPSPS no sólo se encuentra en plantas sino también en bacterias, incluyendo aquellas que componen la microbiota intestinal en humanos, y algunos hongos benéficos para el suelo.

En 2015, tras una extensiva revisión de toda la literatura científica disponible sobre el glifosato, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (*IARC*, por sus siglas en inglés), órgano de investigación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), evaluó al glifosato y a las formulaciones comerciales de herbicidas hechos a base del mismo, asignándole la categoría de probable carcinógeno para humanos (Grupo 2A).⁶ Dicha revisión, de cerca de 1000 estudios, fue realizada por expertos en el tema que no tuvieran conflicto de interés que sesgara su investigación,⁷ y demostró con evidencias científicas contundentes que el glifosato puede operar a través de dos características clave de los carcinógenos conocidos y que estos pueden ser operativos en humanos: genotoxicidad (daño en el Ácido Desoxirribonucleico, ADN) y estrés oxidativo.⁸

Confirmando la posición de la *IARC*, la Agencia para el Registro de Enfermedades y Sustancias Tóxicas (*ATSDR*, por sus siglas en inglés), dependiente del Departamento de Salud



del gobierno de los Estados Unidos, publicó en 2019 un perfil toxicológico del glifosato con más de 300 referencias que apuntaló el reporte publicado por la IARC e indicó que existe una fuerte correlación entre la exposición al glifosato (en estado puro, o en formulación comercial) con la aparición de distintos tipos de cáncer, así como otras patologías, tales como retrasos en el desarrollo, enfermedades intestinales, y toxicidad hepática y renal.⁹

En 2020 se publicó la 5ta edición de la “Antología Toxicológica del glifosato”, que refiere 1108 investigaciones científicas, libres de conflicto de interés, sobre los efectos del glifosato, su dinámica y los impactos provocados por el uso de herbicidas hechos a base del mismo, así como de su principal producto de degradación, el AMPA (ácido aminometilfosfónico).¹⁰

Asimismo, en el marco de la revisión necesaria para renovar el registro de herbicidas a base de glifosato, llevado a cabo cada 15 años, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), determinó que el 93% de las especies de plantas y animales (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) contenidas en el Acta de Especies en Riesgo (ESA) de ese país, así como el 96% de sus hábitats se encuentran en riesgo debido a la aplicación del herbicida glifosato en ese país, aun cuando es utilizado de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta y normativa dedicada al respecto.¹¹

La aplicación de los herbicidas hechos a base del glifosato (HBG), que se comercializan principalmente en forma de concentrados solubles o en granulados, se incrementó 15 veces a partir de 1996 con la comercialización y siembra de semillas genéticamente modificadas (GM) de maíz, algodón y soya tolerantes a este compuesto (es decir que no mueren al aplicarles el herbicida); actualmente, alrededor del 50% del uso global del glifosato en agricultura se destina a estos cultivos.^{12,13} Asimismo, la expansión mundial de los cultivos GM ha aumentado 113 veces en volumen desde el año 1996, pasando de 1.7 millones de hectáreas a 191.7 millones de hectáreas en 2018.¹⁴

Los HBG son en realidad mezclas de varias sustancias que, además de glifosato, contienen otros ingredientes; la mayoría de las veces estos ingredientes son excluidos de los ensayos de toxicidad que presentan las empresas al solicitar la autorización para comercializar sus productos.¹⁵ Se ha identificado que las diferentes formulaciones disponibles de *Roundup*® pueden variar en su toxicidad hasta 100 veces debido a los diferentes coadyuvantes que lo contienen.¹⁶

Estos ingredientes de las formulaciones comerciales completas se clasifican en dos grupos: 1) los ingredientes “activos”, que son los que se añaden intencionalmente para ser tóxicos en contra de las especies blanco, es decir, las especies de plantas que el herbicida promete eliminar (el glifosato es tóxico contra las arvenses al interrumpir la síntesis de aminoácidos aromáticos); y, 2) ingredientes “inertes”, también llamados coadyuvantes, que se añaden a la formulación para potenciar el efecto del ingrediente activo.¹⁷

Según la regulación actual, los ensayos de toxicidad para establecer la dosis letal media (DLM) o la dosis umbral, únicamente se llevan a cabo con los ingredientes activos, sin tomar en



cuenta a los inertes, que generalmente están exentos del requisito de establecer límites máximos permitidos (LMP).

En el caso de México se menciona lo establecido en el artículo 12 fracción I, incisos c y d del Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos:

Artículo 12.- El interesado deberá presentar la siguiente información y documentación, atendiendo al tipo de producto que corresponda:

I. Plaguicidas químicos técnicos:

...

c.1) Metodología analítica para la valoración del ingrediente activo y sus residuos en alimentos, suelo y agua,

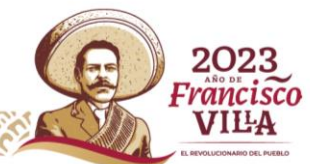
c.2) En caso de que el producto técnico se fabrique, formule o envase en territorio nacional, la metodología para la toma de muestras y la técnica analítica para la determinación del producto en el ambiente laboral.

d) Información toxicológica: estudios toxicológicos del ingrediente activo a registrar, presentando el nombre del autor, laboratorio o institución que realizaron la investigación, de conformidad con lo previsto en el artículo 4 del presente Reglamento.

De esta forma, se observa que las formulaciones comerciales completas no están sujetas a ensayos de toxicidad. No obstante, hay estudios que demuestran que los coadyuvantes y el efecto sinérgico de estos con el ingrediente activo pueden llegar a ser más tóxicos para la salud y el ambiente.¹⁸ Esta última afirmación forma parte de los resultados del trabajo que, en años recientes, grupos de investigadores independientes y libres de conflicto de interés han realizado para estudiar los efectos tóxicos sobre el ambiente y la salud humana y animal que tienen estos coadyuvantes, y que muchas veces potencializan los impactos negativos del ingrediente activo, en este caso del glifosato; concluyendo que el excluir estos ingredientes de los ensayos de riesgo y toxicidad de los HBG equivale a no proporcionar información completa sobre el perfil comercial de los productos y poner en riesgo a los usuarios y consumidores.^{19,20}

En el caso de los HBG, los principales coadyuvantes son surfactantes, es decir, moléculas que ayudan al glifosato a atravesar las membranas de las plantas. Por lo general, representan del 5 al 15% del peso final de la formulación; la sal de glifosato representa entre el 40% y el 60%, y el agua constituye el porcentaje restante.²¹ Los compuestos que más se utilizan como surfactantes en los HBG son moléculas del grupo de las aminas etoxiladas, también conocidas como POEAs sintetizadas químicamente a partir de aminas a las que se añaden unidades de óxido de etileno.

El principal producto de degradación del glifosato es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), que tiene una mayor persistencia y movilidad en los cuerpos de agua y en suelos, en comparación con el glifosato^{22,23,24} y también se ha demostrado que tiene efectos perniciosos sobre la salud y el ambiente.





Toxicidad aguda y crónica del glifosato: impactos a la salud

- Toxicidad aguda

La toxicidad aguda del glifosato y los HBG se presenta por casos de envenenamiento que puede ser: voluntaria, por autoenvenenamiento, hay varios casos reportados de muertes ocasionadas por ésta práctica, principalmente en Asia;^{25,26} o involuntaria, por ejemplo, en varios países de Latinoamérica se han documentado casos de envenenamiento por aspersiones con avionetas que rocían el glifosato sobre cultivos GM, las personas expuestas presentan vómitos, diarrea, problemas respiratorios y erupciones cutáneas.^{27,28} También hay reportes sobre los efectos por la exposición ocupacional, estos son afectaciones en las mucosas o en la piel, como alergias, irritaciones y quemaduras químicas,²⁹ aunque también hay reportes con resultados que sugieren que el glifosato actúa como promotor de cáncer en la piel.³⁰ En ambientes acuosos, el glifosato causa irritación ocular y penetra en las membranas celulares causando alteraciones.^{31,32} Los efectos agudos por la exposición a este herbicida, observados en estudios de laboratorio, incluyen dificultades respiratorias, ataxia y convulsiones.³³ El herbicida Roundup® se ha asociado con la depresión cardíaca.^{34,35}

Recientemente, con el uso de técnicas multiómicas (permiten estudiar un gran número de moléculas en un solo estudio, implicadas en el funcionamiento de un organismo, p. e. genómica, proteómica, metabolómica, entre otras) se ha estudiado con mayor detalle la sensibilización en la piel generada por la exposición al glifosato y a sus formulaciones comerciales, encontrando que, en presencia de estos herbicidas, se activa una respuesta del sistema inmune que ocasiona autofagia celular, es decir la destrucción de las propias células para evitar una acumulación de toxinas o sustancias tóxicas.³⁶

- Toxicidad crónica

Existen estudios científicos que revelan los potenciales efectos dañinos del glifosato y de los HBG sobre la salud humana luego de la exposición por tiempos prolongados, generando lo que se conoce como toxicidad crónica.^{37, 38,39}

Mediante análisis estadísticos, con base en datos plurianuales del Centro para la Prevención y Control de Enfermedades del gobierno de los Estados Unidos, se ha demostrado que hay una correlación entre el aumento, incidencia y prevalencia de 22 enfermedades metabólicas, así como de daños neurológicos y endócrinos (lo que aumenta el riesgo de desarrollo trastornos como el autismo o el Alzheimer), y el incremento del uso agrícola del glifosato y del área plantada con soya y maíz GM en Estados Unidos.^{40,41}

Entre los efectos adversos por la exposición en tiempos prolongados al glifosato, los HBG o su principal producto de degradación, el AMPA, encontramos que:

1. Tienen un alto potencial genotóxico asociado al desarrollo de cáncer de distintos tipos (mieloma, leucemia, melanoma, mieloma múltiple, linfoma no Hodgkin, así como de cavidad oral, colon, pulmón, recto, páncreas, riñón, vejiga y próstata);
2. Actúan como disruptores endócrinos y agentes causantes de serios desordenes en el sistema reproductivo;
3. Son capaces de causar daños en órganos y sistemas, alteraciones metabólicas y enfermedades neurológicas; y
4. Pueden producir estrés oxidativo, que a su vez se relaciona con el desarrollo de una multiplicidad de enfermedades crónico degenerativas;

I. Genotoxicidad y cáncer

Existe una amplia gama de estudios, previos y posteriores al dictamen de la *IARC*, que demuestran el potencial genotóxico y la relación que tiene la exposición al glifosato y los HBG o al AMPA con el desarrollo de distintos tipos de cáncer, incluyendo estudios muy recientes de cohorte que, al estar basados en diseños observacionales y analíticos, son los que mayor valor o cercanía tienen en lo referente a la búsqueda de relaciones causales.⁴²

La genotoxicidad del glifosato (capacidad de una sustancia para causar daño al material genético) conduce a efectos dañinos crónicos e irreversibles para la salud y el desarrollo de los organismos expuestos.^{43, 44, 45} Los HBG causan la muerte de glóbulos blancos mononucleares humanos, así como daños en el ADN de estas células; una vez metabolizado, el glifosato genera un incremento en el daño del ADN, sin que haya podido explicarse cuál es el mecanismo por el que esto ocurre.⁴⁶

Por otra parte, se han observado afectaciones a los mecanismos epigenéticos (mecanismos que regulan los genes sin alterar el ADN, son heredables) que regulan la expresión de células mononucleares de sangre periféricas luego de la exposición a concentraciones ambientales de glifosato o por exposición ocupacional; estas afectaciones incluyen una reducción significativa del nivel global de metilación del ADN (mecanismo implicado en la regulación de los genes)^{47, 48}. Además, se reportó la metilación de regiones promotoras de ciertos supresores tumorales, lo que está asociado con el silenciamiento o sobreexpresión de genes claves en la regulación del inicio y la progresión del cáncer⁴⁹ y se identificaron cambios en la expresión de genes que regulan el ciclo celular (etapas de crecimiento y reproducción celular) y la apoptosis (muerte celular programada), la alteración de dichos procesos está vinculada con el desarrollo de cáncer.⁵⁰

II. Disrupción endócrina

Existe numerosa evidencia que refrenda la condición del glifosato como disruptor endócrino (molécula capaz de alterar el equilibrio hormonal de un organismo) y como agente causante de toxicidad en los sistemas reproductivos. Además, existen muchos otros estudios que concluyen que los HBG generan afectaciones a los sistemas reproductivos de diversas especies. Los mecanismos por los que ocurre este daño son múltiples y no se limitan únicamente a la interacción con receptores hormonales.



Investigadores de universidades de Estados Unidos evaluaron los daños por el uso de glifosato y su producto de degradación, el AMPA, a mujeres embarazadas, niños de cinco años y jóvenes de 14 y 18 años de edad del Centro de Evaluación de la Salud Materno Infantil de Salinas (CHAMACOS). Midió las concentraciones de glifosato y AMPA en muestras de orina, calcularon las concentraciones de residuos de glifosato, la cantidad de uso agrícola aplicado, determinaron las transaminasas hepáticas, así como el síndrome metabólico en jóvenes. Los resultados demuestran que la exposición al glifosato y el AMPA, generan afectaciones en la primera infancia al vivir cerca de lugares donde aplican glifosato agrícola, así como puede aumentar el riesgo de presentar trastornos hepáticos y síndrome metabólico en edad adulta, lo cual puede causar a futuro cáncer de hígado, diabetes y padecimientos cardiovasculares.⁵¹

III. Sistema digestivo y alteración de la microbiota intestinal

Todos los órdenes de bacterias componentes de la microbiota de humanos y animales requieren para su crecimiento y desarrollo de aminoácidos aromáticos provistos a partir de la ruta del ácido shikímico; la mayoría son sensibles al herbicida glifosato, por lo que pueden verse afectados por la presencia de este herbicida.⁵²

La microbiota intestinal es la comunidad de microorganismos vivos residentes en el intestino humano, está compuesta por trillones de bacterias que, por su abundancia, complejidad organizacional y funciones específicas claves para el mantenimiento de la buena salud, ha sido llamada por los expertos en el tema como un nuevo órgano al que es necesario prodigar cuidados. La comunidad bacteriana que compone la microbiota intestinal de los humanos incluye más de 1,000 especies de bacterias que en conjunto desarrollan funciones vitales como regular el suministro de energía a las células, promover el correcto crecimiento corporal, el desarrollo de la inmunidad y la nutrición, entre otras.⁵³

Las evidencias existentes hasta ahora demuestran que la molécula de glifosato es una sustancia tóxica que genera múltiples afectaciones para el sistema digestivo. En estudios experimentales se ha reportado que el glifosato induce una respuesta inflamatoria en el intestino delgado de ratas de laboratorio, esto genera una disminución en la expresión de enzimas antioxidantes y altera el balance de iones en el intestino, destacándose una disminución en la absorción de hierro, que puede asociarse con problemas neurológicos o de anemia.⁵⁴ Además, la exposición de componentes de la microbiota intestinal al glifosato, resulta en la supresión de las enzimas citocromo P450 (involucradas en la desintoxicación de toxinas ambientales, la activación de la vitamina D3, la catabolización de la vitamina A, el mantenimiento de la producción de ácidos biliares y el suministro de sulfato al intestino) y la biosíntesis de algunos aminoácidos lo cual conduce a una disminución de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal favoreciendo la proliferación de patógenos.⁵⁵

Otro estudio, sobre la exposición a glifosato durante el parto en ratas, demostró cambios en el comportamiento de las madres, asociados a alteraciones en la neuroplasticidad,



además de reportar un desbalance en la microbiota intestinal de las madres ligado a alteraciones en el Sistema Nervioso Central.⁵⁶

El herbicida puede causar desequilibrios entre la población de bacterias, favoreciendo el crecimiento de las que generan enfermedades y disminuyendo el número de las que nos aportan beneficios. El herbicida altera también la composición de la microbiota intestinal, disminuyendo la abundancia del género *Lactobacillus*, enriqueciendo a la vez la proporción de bacterias potencialmente patógenas.⁵⁷ Además, se encontró que al exponer al Roundup® a bacterias dañinas como *Escherichia coli* o *Salmonella spp.*, éstas aumentaron su resistencia a antibióticos como kanamicina o ciprofloxacina;⁵⁸ lo que podría hacer todavía más grande el problema la resistencia a antibióticos que actualmente es una cuestión de salud pública mundial.

Considerando lo anterior, numerosos estudios se han llevado a cabo en modelos animales para conocer el efecto del herbicida sobre el microbioma intestinal y los efectos que esto conlleva en la salud y el comportamiento de los animales. Algunos de ellos reconocen la relación profunda entre la microbiota intestinal y las alteraciones en el comportamiento.^{59,60} Así, en estudios llevados a cabo en ratones, cuyo microbioma muestra una alta similitud con el de los seres humanos, se ha encontrado que la exposición crónica y subcrónica a HBC incrementa las conductas relacionadas con la depresión y la ansiedad en respuesta a la alteración de la composición de la microbiota intestinal, ya que disminuye la abundancia de géneros clave de bacterias, lo cual puede incrementar la prevalencia de alteraciones del comportamiento.⁶¹

Aunado a estos estudios se investigó en el microbioma intestinal de ratas el efecto del glifosato y el Roundup MON52276. Mediante multiómica se reveló que es útil para investigar los efectos tóxicos de los pesticidas, ya que detectaron que ambos inhiben la vía del shikimato y mostró que el tratamiento con glifosato y MON 52276 resultó en niveles más altos de *Eggerthella spp.*, *Shinella zoogloeoides*, *Acinetobacter johnsonii* y *Akkermansia muciniphila*. *Shinella zoogloeoides* fue mayor solo con la exposición a MON 52276. Además, detectaron que los ensayos de cultivo *in vitro* con cepas de *Lactocaseibacillus rhamnosus*, el Roundup GT plus inhibía el crecimiento en concentraciones en las que MON 52276 y glifosato no tenían ningún efecto.⁶²

En el 2022 se investigó en el Reino Unido la exposición de 186 residuos comunes de insecticidas, herbicidas, fungicidas y el microbioma fecal de 65 gemelos, además de un análisis metabólico de la orina. Se encontró glifosato en el 53% de las muestras de orina, aunque por debajo del LOQ (< 0,1 µg/L) en 10 casos (8%). Los niveles de residuos de glifosato, piretroides y organofosforados fueron comparables a los de estudios previos realizados con otras poblaciones europeas. Esto se relacionó a que en el Reino Unido se aplicó una gran variedad de pesticidas en 2016, incluidos insecticidas, fungicidas, herbicidas y molusquicidas. Es así que el estudio demuestra que, aunque el consumo de frutas y verduras tiene beneficios para la salud, si se cultivan de manera convencional, conduce a una mayor ingesta de pesticidas. Señalan que las personas que consumen regularmente productos orgánicos



tuvieron valores de índice de alimentación saludable más altos, aunque otras opciones de estilo de vida son, factores contribuyentes. Se brinda evidencia de una asociación entre la excreción de pesticidas y los cambios en el metabolismo del microbioma intestinal a niveles ambientales de exposición en la población inglesa.⁶³

IV. Otros órganos, sistemas y desórdenes metabólicos

Algunos reportes indican daños en células de otras especies como: linfocitos bovinos y células de médula ósea, hígado y riñón de ratón; células branquiales y eritrocitos de pez; eritrocitos de caimán y embriones de moscas de la fruta entre otros.^{64, 65} Además, existe evidencia muy reciente de que el glifosato puede afectar áreas del cerebro asociadas con la enfermedad de Parkinson, en particular las neuronas dopaminérgicas. Los estudios epidemiológicos y de casos clínicos relacionan la exposición al glifosato con una mortalidad prematura debido a la enfermedad de Parkinson. Aunque se requiere más investigación a este respecto, se encontró que los casos de muerte prematura estaban geográficamente cerca de regiones con agricultura intensiva (a menos de un kilómetro de distancia de puntos de aplicación de glifosato, atrazina, diazinon y paraquat).⁶⁶

En años recientes se ha sugerido el uso de glifosato como el factor causal más importante vinculado al desarrollo de la enfermedad celíaca, conocida como intolerancia al gluten; un problema creciente en todo el mundo, pero especialmente en América del Norte y Europa.⁶⁷ Los síntomas incluyen náuseas, diarrea, erupciones cutáneas, anemia macrocítica y depresión; es una enfermedad multifactorial asociada con numerosas deficiencias nutricionales, así como problemas reproductivos. Las características de la enfermedad celíaca apuntan a la deficiencia de aminoácidos esenciales como el triptófano, la tirosina, la metionina y la selenometionina, así como a un deterioro de muchas enzimas del citocromo P450.

La enfermedad celíaca está asociada con desequilibrios en las bacterias intestinales que pueden explicarse completamente por los efectos conocidos del glifosato sobre las bacterias intestinales; se sabe que el glifosato inhibe las enzimas del citocromo P450, así mismo, las deficiencias de hierro, cobalto, molibdeno, cobre y otros metales raros asociados con la enfermedad celíaca pueden atribuirse a la fuerte capacidad del glifosato para quelar estos elementos (un quelante es un agente que secuestra metales pesados, es una sustancia que forma complejos con iones de metales pesados), y las deficiencias de aminoácidos esenciales coinciden con el agotamiento conocido de éstos por el glifosato.⁶⁸

Todas estas alteraciones afectan negativamente al cuerpo; aunque el impacto es sutil y se manifiesta lentamente a lo largo del tiempo, ya que los procesos inflamatorios promovidos, dañan los sistemas celulares de todo el cuerpo y, en última instancia, pueden estar correlacionados con el desarrollo de enfermedades gastrointestinales, pero también con obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas, depresión, autismo, infertilidad, cáncer y Alzheimer.⁶⁹



La polioxietil-amina (POEA), principal agente coadyuvante de los HBG, fue el primer surfactante incorporado en las formulaciones de glifosato. Estas formulaciones se asociaron desde las décadas de 1970 y 1980 a la toxicidad ocular aguda, lo que fue identificado como una preocupación grave a la seguridad de los trabajadores por el Departamento de Regulación de Pesticidas de California⁷⁰. Según datos recopilados entre 1981 y 1985 se encontró que las dos principales causas de enfermedades asociadas a la exposición ocupacional a plaguicidas fueron lesiones oculares (50%) y cutáneas (35%). De hecho, el glifosato ocupó el tercer lugar entre todos pesticidas como causa de enfermedades ocupacionales en el estado de California, en Estados Unidos.⁷¹

Pese a que, según la información de los propios fabricantes,⁷² se han reformulado algunas de las marcas comerciales de los HBG, sustituyendo a la POEA derivada de grasa animal por otras POEAs menos irritantes, estos tensioactivos siguen teniendo efectos tóxicos preocupantes en múltiples organismos no blanco, incluyendo mamíferos y organismos acuáticos. Diversos estudios recientes han demostrado que las POEAs pueden aumentar la toxicidad o la absorción del glifosato en las células humanas y generar síntomas toxicológicos más severos^{73,74} como citotoxicidad o toxicidad en las células,⁷⁵ afectaciones en diferentes hormonas sexuales,⁷⁶ así como, genotoxicidad o daño al ADN.^{77,78}

V. Estrés oxidativo

En diversos estudios se ha encontrado que el glifosato causa la inhibición de numerosas enzimas, alteraciones metabólicas y estrés oxidativo que conducen a una excesiva peroxidación de lípidos en la membrana, daño celular y de tejidos.⁷⁹ En estudios con crustáceos de agua dulce, pertenecientes a la especie *Macrobrachium nipponensis*, se demostró que las formulaciones comerciales de glifosato causan daño en el ADN debido a la inducción de estrés oxidativo y a la inhibición de la respuesta antioxidante en las células de este modelo.⁸⁰

Acerca de los daños causados por la generación de radicales libres o especies reactivas de oxígeno, algunos estudios han demostrado que las formulaciones de glifosato inducen daño oxidativo en las células, lo que resulta en la peroxidación de lípidos entre otras afectaciones.^{81,82} En estudios con animales modelo, se ha observado que el glifosato aumenta los niveles de indicadores de daño oxidativo en el intestino, además aumenta la expresión de enzimas que intervienen en la respuesta a condiciones de estrés oxidativo como las catalasas y las superóxido dismutasas y aumenta la permeabilidad intestinal, reduciendo la expresión de las proteínas que constituyen la barrera que permite el paso de iones y moléculas a las células del intestino.⁸³

Adicionalmente, se ha reportado que el glifosato y su formulación comercial Roundup® causan daño genético en linfocitos y células hepáticas humanas. Estudios en células tumorales hepáticas encontraron alteraciones en las membranas mitocondriales que afectan la capacidad respiratoria de la célula y que pueden relacionarse con un envejecimiento más acelerado; así como en la actividad lisosomal inducida por daños al citoplasma.⁸⁴



Impactos ambientales

A nivel mundial se ha incrementado significativamente el uso de glifosato, asociado a la expansión de la agricultura industrial y del aumento de los cultivos transgénicos^{85,86}. No obstante, el monitoreo de los efectos ambientales de los HBG no se ha realizado consistente o sistemáticamente, además es común la ausencia de datos precisos sobre las cantidades de herbicidas hechos a base de glifosato que se venden o aplican en las regiones agrícolas en el mundo⁸⁷. Recientemente, se ha detectado glifosato y AMPA en el suelo y en cuerpos de agua superficiales y subterráneos, incluso en agua potable, en entornos urbanos, periurbanos y agrícolas, así como también en ambientes marinos^{88, 89, 90, 91, 92}.

Además de los graves efectos a la salud ampliamente documentados, el uso indiscriminado de glifosato en la agricultura también ha causado problemas ambientales con efectos directos e indirectos que han impactado considerablemente a la biodiversidad y los ecosistemas, particularmente los efectos reportados implican afectaciones en la estructura y composición de las comunidades bióticas, alteraciones en las redes tróficas, así como daños de diversa índole sobre los nichos ecológicos y los hábitat de distintas especies, incluyendo aquellas consideradas de alta importancia para mantener el equilibrio ecológico del planeta, así como para el funcionamiento de los sistemas agroalimentarios, por ejemplo los polinizadores, aunque de manera generalizada los insectos^{93, 94}.

I. Acumulación y persistencia en suelos y agua

Luego de la aplicación del glifosato sobre los cultivos o las hierbas, la vía más frecuente de degradación de este compuesto es a través de los microorganismos del ambiente, que transforman la molécula de glifosato en ácido aminometilfosfónico (AMPA), el principal metabolito (producto de degradación)⁹⁵. En distintos reportes se ha observado que la toxicidad asociada al AMPA es similar o mayor que la del glifosato^{96,97,98,99}, además de que tiene una mayor persistencia y movilidad en los cuerpos de agua y en suelos, por lo que tienden a acumularse durante más tiempo y, por tanto, a ser una fuente de exposición continua para los organismos presentes en suelos y agua contaminada.^{100,101,102}

También se ha encontrado que tanto el glifosato como el AMPA son actualmente contaminantes ambientales muy extendidos que se encuentran en la atmósfera, los suelos, diversos sedimentos y ecosistemas microbianos (como biopelículas y tapetes microbianos), en una amplia gama de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, incluso en agua potable, en entornos urbanos, periurbanos y agrícolas, así como en ambientes marinos.^{103,104,105,106,107,108,109} Adicionalmente, la acumulación del glifosato en fuentes de agua aumenta cuando las formulaciones contienen agentes surfactantes como el POEA y numerosos estudios han detectado también esta sustancia en plantas, suelo y agua, junto con el propio glifosato y el AMPA.^{110,111,112,113}

En un estudio de 2017, en el que se analizó la presencia de glifosato y AMPA en tierras de cultivo de la Unión Europea, se encontró que el glifosato y el AMPA estaban presentes en el



45% de los suelos muestreados, provenientes de once países y seis sistemas de cultivo.¹¹⁴ Otro estudio de 2020, enfocado en analizar el riesgo ambiental global por el uso de glifosato, demostró que el 30 % de la superficie agrícola mundial presentó niveles detectables de glifosato como contaminante persistente, mientras que el AMPA fue persistente en el 93 % de esta superficie¹¹⁵. El periodo de vida media del glifosato, antes de degradarse y convertirse en AMPA, es de entre 2 y 215 días y presenta una vida media en suelo de 6 a 20 días y en agua de entre 2 y 91 días.¹¹⁶ La evidencia muestra que el AMPA tiene una mayor persistencia y movilidad en los cuerpos de agua y en suelos, en comparación con el glifosato.^{117,118,119}

Una vez acumulados en suelos y agua, el glifosato y sus metabolitos están expuestos a distintos fenómenos de transporte y movilización, lo que expande la contaminación ambiental incluso a regiones en donde no se practica el uso de estos herbicidas. Diversos estudios experimentales y de seguimiento recientes confirman la movilización de glifosato y AMPA a través del viento y el agua.^{120,121,122,123} Bento y colaboradores demostraron en un experimento con un túnel de viento que los contenidos de AMPA y especialmente de glifosato eran particularmente altos en las fracciones de partículas más finas del suelo, que los humanos podemos inhalar directamente.¹²⁴ Al respecto, se ha observado que los diferentes sistemas de cultivo, y los diferentes tipos de suelo, conducen a potenciales distintos de transporte de glifosato y AMPA: los cultivos industriales no permanentes y los tubérculos muestran un mayor potencial de movilización a través de la erosión causada por el viento, mientras que los cultivos permanentes y los cereales presentan las mayores movilizaciones a través de la erosión hídrica.¹²⁵

Respecto a la situación nacional, varios de los reportes han demostrado la acumulación del glifosato en suelos y cuerpos de agua. Por ejemplo, en un estudio en colaboración entre Rendón von Osten y Arellano, se reportó la presencia de glifosato en aguas costeras de la Península de Yucatán, particularmente en las cercanías a los sitios en donde hay mayor concentración de zonas agrícolas.¹²⁶ De igual forma, en otro estudio de Rendón se detectó glifosato en el agua subterránea y el agua para beber en localidades de Hopelchén, Campeche.¹²⁷ Por su parte, Ruíz Toledo y colaboradores encontraron el herbicida en diversos cuerpos de agua en Chiapas, algunos de estos al interior de Áreas Naturales Protegidas (ANP).¹²⁸ Por otra parte, en Argentina, país donde el glifosato representa el 76% del paquete total de los productos químicos utilizados en la agricultura, hay varios ejemplos de investigaciones que abordan el problema de la acumulación de herbicidas formulados a base de glifosato en suelos y en cuerpos de agua, sus nocivos impactos, y su relación con el cultivo de soya GM.^{129,130} También hay estudios en Brasil, que abordan el problema del uso excesivo del herbicida en sistemas urbanos, sobre todo con fines de control de las llamadas “malezas” en caminos, parques y jardines.¹³¹

La acumulación y persistencia del glifosato, con la consecuente generación de AMPA, puede alterar la estructura y composición de las comunidades acuáticas y terrestres, lo que implica un riesgo ecológico notable.¹³²

II. *Afectaciones a la biota en cuerpos de agua*



La acumulación persistente del glifosato, con la consecuente generación de AMPA, puede alterar la estructura y composición de las comunidades acuáticas y terrestres, lo que implica un riesgo ecológico notable que puede causar graves afectaciones a la biota que habita los ecosistemas.¹³³¹³⁴ La bioacumulación del glifosato también ha sido detectada en mantos freáticos de Campeche¹³⁵.

Evidencia reciente señala los graves afectos sobre el ambiente que tienen el glifosato, el POEA, el AMPA y las formulaciones comerciales de herbicidas a base de glifosato, sobre los ecosistemas marinos.¹³⁶ En un estudio se observó que estos compuestos inducen daño primario en el ADN de larvas de pez cebra y en células RTG-2. Todos estos compuestos son genotóxicos para larvas de pez cebra, y es el glifosato el que induce el mayor nivel de daño en el ADN a una concentración ambientalmente relevante.¹³⁷ La genotoxicidad de este compuesto y de los productos comerciales que lo contienen como, el Roundup Transorb®, también fue reportado en células branquiales y eritrocitos del pez *P. lineatus*.¹³⁸ También se ha reportado daño al ADN y alteraciones cromosomales en numerosas especies de peces e insectos.¹³⁹

Asimismo, se ha observado en larvas de trucha arcoíris, que la exposición continua al glifosato, en las concentraciones ambientales existentes, representa un riesgo potencial durante las primeras etapas de vida de los peces, ya que generó comportamientos erráticos durante el nado; esto podría traer consecuencias perjudiciales en la respuesta de escape de distintas especies de peces a los depredadores o a otros peligros. Además, en este mismo modelo, se han reportado efectos citotóxicos y de daño oxidativo al ADN de diferente magnitud, en estudios in vivo e in vitro.¹⁴⁰

Los efectos adversos del herbicida Roundup® también conllevan afectaciones en la viabilidad de hemocitos, células indispensables en la respuesta inmune en invertebrados marinos.¹⁴¹ También se ha observado que luego de la exposición *in vitro* a concentraciones subletales de herbicidas formulados a base de glifosato, hay una disminución en la capacidad fagocítica de algunos bivalvos y cangrejos marinos.¹⁴² En estos animales marinos se ha reportado que la exposición a glifosato causa la desestabilización de la membrana y afectaciones del sistema lisosómico, lo que afecta su capacidad para alimentarse y para filtrar contaminantes.¹⁴³

El glifosato también está relacionado con afectaciones directas a las comunidades de microorganismos en cuerpos de agua dulce. De acuerdo con diferentes estudios, este herbicida es un contaminante común en cuerpos de agua dulce y está relacionado con modificaciones en la abundancia y la diversidad de especies tanto autotróficas como heterotróficas de plancton y organismos epilíticos.^{144,145,146,147} A su vez, la modificación en el plancton y picoplancton puede estar relacionado con alteraciones en las redes tróficas en los ecosistemas acuáticos.¹⁴⁸ La atención en el monitoreo y el estudio de este fenómeno es especialmente apremiante, debido a que se consideraba que el glifosato poseía una vida media en agua relativamente corta, por lo que se suponían afectaciones ecológicas mínimas,



y la nueva evidencia demuestra, como se mencionó anteriormente, que la acumulación puede ser persistente y por tanto las afectaciones de mucha mayor importancia.

Además de las alteraciones observadas en las comunidades de microorganismos, el glifosato, en conjunto con otros pesticidas -como el glufosinato, el endosulfán y el 2,4-D-, es considerado como uno de los principales factores del declive de numerosas poblaciones de anfibios.¹⁴⁹ Un estudio desarrollado en Sudamérica, donde se evaluó la sobrevivencia y la movilidad de poblaciones de sapos en estanques con presencia de contaminación por herbicidas, llegó a la conclusión de que tanto el glifosato como otros herbicidas causaban tasas más elevadas en la mortalidad de poblaciones de estos anfibios.¹⁵⁰

Por otro lado, un estudio ecotoxicológico comparativo entre el glifosato puro y los nuevos derivados sintetizados a partir de este demostró daños bajos, pero detectables, para algunas especies de bacterias marinas; simultáneamente, estos compuestos mostraron ser moderadamente tóxicos para crustáceos de agua dulce.¹⁵¹ En conjunto estos estudios evidencian que el glifosato puede ser un contaminante entre moderada y altamente peligroso en ecosistemas acuáticos continentales y epicontinentales.

III. *Detrimento de la microbiota del suelo*

Pese a que en un principio se argumentó que el glifosato actuaba únicamente sobre organismos vegetales, afirmación que aún persiste en algunas comunidades académicas y en ciertas esferas del sector agrícola, actualmente se sabe que la vía del shikimato está presente también en algunos microorganismos, por lo que el glifosato podría alterar el crecimiento y la actividad microbianas en las especies procariontes susceptibles presentes en los suelos, además de facilitar la acumulación de shikimato en estos sitios.^{152,153,154, 155} En otro estudio se reportó que el glifosato es tóxico para bacterias y hongos presentes en los suelos y también menciona que las poblaciones de estos microorganismos se redujeron al aumentar la concentración del herbicida.¹⁵⁶

IV. *Afectaciones en las poblaciones de insectos*

Investigaciones científicas han demostrado cómo el uso de glifosato en distintos cultivos alrededor del mundo tiene efectos directos e indirectos sobre las poblaciones de diversos organismos no blanco, desde microorganismos como algas y protozoarios, así como hongos y bacterias benéficos, hasta organismos complejos como plantas y animales tanto invertebrados (p.e., insectos, micro-artrópodos y arácnidos), como vertebrados (p.e., peces, anfibios y mamíferos).^{157,158}

Por ejemplo, varios estudios han mostrado los efectos subletales directos del herbicida sobre las comunidades de ácaros e insectos, y también cómo el glifosato ejerce importantes efectos indirectos al eliminar especies vegetales relacionadas con el ciclo de vida de insectos y micro-artrópodos, por ejemplo, al ser fuentes de alimento, lugares de apareamiento u oviposición.^{159,}



^{160,161} Los insectos y otros artrópodos juegan un papel crucial en el equilibrio ecológico y la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas por su papel dentro de las redes tróficas.

Las contundentes evidencias científicas que demuestran las afectaciones a éste filo por el uso de diversos plaguicidas son altamente importantes y urgen a la atención de los Estados, a la comunidad académica, a los diferentes sectores y a la población en general, debido a que estudios recientes han descrito un alarmante descenso en poblaciones de diversas especies de insectos a nivel mundial, lo que podría significar la alteración o desaparición total de los procesos ecológicos y servicios ecosistémicos de los que los insectos forman parte.^{162, 163, 164, 165} En el caso particular de México, este proceso pudiera significar una repercusión directa en la resiliencia y estabilidad de la mayoría de los ecosistemas, pues de acuerdo con datos oficiales, nuestro país alberga alrededor de 48 mil especies de insectos, lo que nos convierte en uno de los países más diversos en lo que a este grupo respecta.¹⁶⁶

Un ejemplo emblemático de cómo las afectaciones indirectas ejercidas por el glifosato pueden ser un factor determinante para el decaimiento de una especie es el de la mariposa monarca. Esta especie, cuyas poblaciones migran anualmente entre Canadá, Estados Unidos y México, tiene un importante valor ecológico, social y cultural en nuestro país;^{167, 168} sin embargo, su población se ha visto mermada de manera importante en la última década. De acuerdo con un estudio realizado en México, sobre poblaciones de este lepidóptero provenientes del medio oeste de los Estados Unidos, donde las larvas se alimentan de algodoncillo común (*Asclepias sp.*), se ha observado una disminución de cerca del 58% de esta planta en los paisajes de Estados Unidos durante la penúltima década; esta pérdida coincide con un aumento en el uso de herbicidas a base de glifosato junto con un incremento en la superficie destinada a la siembra de maíz y soya GM tolerantes al glifosato. La desaparición del algodoncillo común desembocó, entre otros factores, en un decaimiento del 81% de la población de mariposa monarca en los bosques templados mexicanos durante la época de hibernación.¹⁶⁹

V. *Efectos nocivos sobre los polinizadores*

La desaparición de plantas esenciales para diversas especies de insectos ha significado también serias afectaciones a diversos polinizadores. Por ejemplo, debido a su toxicidad, los plaguicidas representan un riesgo para las abejas que varía dependiendo de la biología de la especie y de su capacidad para metabolizar toxinas.¹⁷⁰ Expertos a nivel mundial han identificado que entre los factores que más contribuyen al declive de las abejas es la intoxicación causada por plaguicidas.^{171,172}

La polinización es fundamental para la regulación y el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas terrestres, para los sistemas agroalimentarios humanos y la vida en general en nuestro planeta. El grupo de las abejas (Hymenoptera: Apidae) está compuesto por aproximadamente 20 000 especies, de las cuales la mayor parte son polinizadoras eficaces. Algunos estudios han señalado que el 70% de las 124 principales especies de plantas cultivadas en el mundo son dependientes de la polinización por insectos.^{173,174}



Particularmente, los herbicidas utilizados en las prácticas agrícolas representan un riesgo indirecto para las abejas nativas y otros polinizadores, porque reducen la abundancia y la diversidad de plantas con flores asociadas a los cultivos que proporcionan polen y néctar a los polinizadores¹⁷⁵. Por lo tanto, el uso de herbicidas repercute en la disminución y eliminación de estas especies de tan alta importancia ecológica, así como económica por la producción melífera¹⁷⁶.

Durante el pecoreo, las abejas pueden estar expuestas a glifosato vía polen, néctar, agua o polvo y transferir este contaminante a la colmena lo que podría significar una variación en las tasas de mortalidad o una disminución en la productividad apícola,^{177, 178, 179} además de una alteración significativa en la calidad de la miel. En un estudio, se detectó la presencia de residuos de glifosato en 27% de las muestras miel tomadas directamente de la colmena y en 33% de las tomadas en sitios de comercialización.¹⁸⁰

Se sabe que el glifosato afecta de manera transversal a las abejas, ya que provoca alteraciones en el desarrollo embrionario que se manifiestan en la edad adulta de las abejas y también afecta la capacidad de orientación y la navegación.¹⁸¹ Otros estudios reportan que la exposición a plaguicidas afecta la coordinación de actividades colectivas en el panal y la capacidad de asociación entre el aroma de la flor y la colecta de azúcar (néctar).¹⁸² También, se ha observado que el glifosato provoca cambios en el metabolismo y la microbiota intestinal de las abejas, disminuyendo el peso de las larvas y su tasa de supervivencia y generando mayor susceptibilidad a patógenos.^{183, 184, 185, 186}

Aunque se ha considerado al herbicida glifosato como no tóxico con base en los datos de exposición aguda (DL50)¹⁸⁷, sus efectos indirectos afectan negativamente a los polinizadores por el daño a la flora presente en el ambiente agrícola¹⁸⁸. Sin embargo, aún más alarmantes que estos efectos indirectos son los daños directos a la microbiota intestinal de las abejas y el aumento en la susceptibilidad a patógenos o malnutrición. Las afectaciones a la microbiota intestinal de las abejas han sido ampliamente documentadas, dichas afectaciones se basan en el hecho de que la ruta metabólica que es afectada por el glifosato (conocida como la vía del shikimato) se comparte con la mayor parte de las bacterias presentes en la microbiota¹⁸⁹.

En el año 2018 se demostró que la exposición de abejas melíferas a concentraciones de glifosato presentes en ambientes agrícolas disminuyó la abundancia de las principales especies de bacterias presentes en el intestino de las abejas, lo cual incrementó la mortalidad de los individuos expuestos posteriormente a un patógeno frecuente¹⁹⁰. Otros estudios han documentado que el desarrollo de larvas de abejas melíferas alimentadas con trazas de glifosato retrasó el crecimiento y provocó pesos menores en comparación con las alimentadas sin glifosato¹⁹¹.

Otro efecto importante descrito recientemente es el que concierne al sueño en abejas ya fue detectado que la ingesta de una solución azucarada adicionada con glifosato provocó alteraciones en el patrón de sueño de las abejas, lo cual puede inducir un comportamiento



errático y movimientos desorganizados que limitan su capacidad para localizar flores y recolectar polen.¹⁹²

Elevada exposición humana al glifosato, tanto ocupacional, como no ocupacional en entornos rurales y urbanos

La exposición humana al glifosato es muy frecuente y ocurre de manera cotidiana tanto en contextos urbanos como rurales, puede ser de tipo ocupacional o no ocupacional y ambas son alarmantes. La de tipo ocupacional se refiere a las personas que trabajan en el campo y aplican el herbicida o que viven cerca de las zonas agrícolas donde éste se asperja, a veces incluso con avionetas, lo que implica un mayor grado de dispersión. La no ocupacional puede afectar incluso a más personas debido a la presencia del glifosato y sus derivados en ambientes fuera de los campos agrícolas y en productos del campo o los alimentos procesados a partir de éstos, incluyendo a los de consumo básico. Existe evidencia científica que demuestra la alarmante presencia del glifosato en fluidos humanos, así como en los alimentos de consumo generalizado¹⁹³. Se ha encontrado glifosato en fluidos de maternos como en orina^{194, 195, 196} leche materna¹⁹⁷, placenta¹⁹⁸, en la orina de adultos¹⁹⁹, así como en el cerebro²⁰⁰.

Para tener el conocimiento de los riesgos a la salud por la exposición al herbicida glifosato, sus formulaciones o su metabolito de degradación (AMPA), es necesaria la evaluación en la población general expuesta al herbicida, y se requieren datos sobre los niveles de glifosato y AMPA en orina y/o sangre, ya que estos son los principales biomarcadores de exposición, pero, actualmente estos datos son escasos.²⁰¹

En el caso de la evaluación de la presencia de glifosato en orina pueden proporcionar estimaciones fiables de la exposición humana interna real que pueden compararse con valores de referencia apropiados, como la ingesta diaria aceptable (IDA) o el nivel de exposición aceptable del operador (AOEL).²⁰²

Deben realizarse estudios, especialmente en las poblaciones más susceptibles, como los niños, las mujeres embarazadas o lactantes y los ancianos. Por ejemplo, los niños podrían ser más susceptibles al efecto de la contaminación ambiental debido a sus mayores necesidades alimentarias, su desarrollo fisiológico y sus intensas actividades al aire libre. Además, se han observado niveles más altos de glifosato en niños que en adultos.²⁰³

Diversos estudios han detectado la presencia del glifosato en fluidos de las personas posterior a una exposición de tipo ocupacional. Por ejemplo, en un estudio realizado en Carolina del Sur, evaluaron las concentraciones de glifosato en la orina de varios agricultores y sus familias, 24 horas antes y 24 horas después de la exposición a este glifosato, encontraron que el 60% del total de las muestras tomadas luego de la exposición, contenían al herbicida.²⁰⁴

En 2017 se midieron niveles de excreción de glifosato y su metabolito ácido aminometilfosfónico (AMPA) en personas que habitaban un centro de Envejecimiento



Saludable, y se encontró que los niveles medios de glifosato y AMPA y la proporción de muestras con niveles detectables aumentaron con el tiempo. Los valores observados en este estudio se encuentran dentro de siguiente rango 1,35 $\mu\text{g} / \text{L}$ y 0,215 $\mu\text{g} / \text{L}$ e inclusive fueron más altos.²⁰⁵ En otro estudio del 2018, se midieron los niveles de glifosato en orina en una muestra de 71 mujeres del estado de Indiana (EE. UU.) y se encontró que el 93% de ellas tenía niveles detectables (media 3.40 ng / mL) y eran más altos en las mujeres que viven en zonas rurales (media 4.19 ng / ml).²⁰⁶

En una población de niños y adolescentes que viven en áreas rurales con agricultura intensiva en la parte noreste de Eslovenia se analizó la presencia de glifosato y AMPA. El muestreo se llevó a cabo en dos periodos separados, en función del presunto uso estacional de plaguicidas. El primer periodo fue invierno (enero-marzo) cuando el uso de pesticidas no es común, y el segundo fue a finales de primavera-principios de verano (mayo-junio) en donde se tiene un uso más intensivo de pesticidas. En total, 149 niños (de 7 a 10 años, 55% niñas) y 97 adolescentes (de 12 a 15 años; 44% niñas). Se detectaron glifosato y AMPA en 27% y 50% de las muestras de orina del primer periodo de muestreo, respectivamente; y en 22% y 56% del segundo periodo de muestreo, respectivamente. Las muestras de orina de los niños mostraron una tendencia de mayor exposición. La exposición no difirió significativamente entre ambos periodos de muestreo, sin embargo, la frecuencia de consumo extensivo de alimentos, reveló una mayor exposición a glifosato y AMPA solo entre las personas con un mayor consumo de nueces y arroz integral. Los niveles de AMPA y glifosato se correlacionaron significativamente de manera positiva, en la temporada de mayor uso intensivo de pesticidas.²⁰⁷

Para el caso de México, en 2017, se publicaron en la International Journal of Environmental Research and Public Health los resultados de una investigación sobre la presencia de glifosato en siete comunidades agrícolas del municipio de Hopelchén, Campeche, que es el principal productor de soya del estado. El resultado: el 90% del grano de soya que se usa es genéticamente modificado para tolerar al glifosato. En el caso de la orina humana, se tomaron muestras de campesinos en el estado de Campeche y se compararon con las de pescadores. Todas las pruebas revelaron la presencia de glifosato, pero la concentración de orina en los campesinos (0.47 mg/L) fue más del doble de la de los pescadores (0.22 mg/L). Esto, debido a que los pobladores han estado altamente expuestos a este herbicida debido a la agricultura industrial que se practica en la región.

Además, se encontraron trazas de esta sustancia en botellas de agua potable y en pozos del municipio. Los niveles excedieron los máximos permitidos en Europa, sin embargo, en México ni siquiera hay una legislación clara al respecto.²⁰⁸ Este fue uno de los primeros estudios nacionales enfocados a la detección de glifosato en fluidos humanos y en fuentes de agua.

En otro estudio realizado por investigadores de la Universidad de Guadalajara y de la Unidad Regional Occidente del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), en comunidades de Agua Caliente, cerca del lago de Chapala, el lago más grande de México y Ahuacapán, comunidad de la región de la costa sur del estado de Jalisco.



Se evaluaron 281 muestras de orina de adolescentes y se encontraron residuos de glifosato en el 70% de las muestras.²⁰⁹

El caso más reciente documentado en el país es el de la comunidad de “El Mentidero” en Autlán, Jalisco, comunidad que se ubica en el centro del valle y próximo a los campos de cultivo, además tener una alta concentración de trabajadores agrícolas realizado por el mismo grupo de investigación, se analizaron la orina de 93 niñas y niños de preescolar y primaria y 53 de secundaria en comunidades agrícolas donde se utilizan grandes cantidades de plaguicidas. Los resultados demostraron que el 100% de las niñas y niños tuvieron rastros de herbicidas en su orina y que la sustancia más recurrente y peligrosa encontrada en ellos fue el glifosato.²¹⁰

También se ha detectado la presencia de trazas de glifosato y sus derivados en una gran cantidad de alimentos, particularmente aquellos que contienen cereales producidos de manera tecnificada (en varios casos el glifosato se asperja previo al periodo de cosecha para acelerar la desecación de los granos cultivados); o en productos elaborados con maíz GM que fueron rociados con herbicidas a base de glifosato. En 2017 fue publicado un estudio en el que se reporta la presencia de este herbicida en alimentos hechos a base de maíz, de consumo básico (tortillas y tostadas de maíz) y procesados (como harinas, botanas y cereales para el desayuno).²¹¹ Este estudio reporta que nueve de cada diez muestras de tortillas (tanto artesanales como industrializadas) contienen trazas de maíz transgénico, en la mayoría se detectó el evento transgénico de maíz tolerante al glifosato NK603; además destaca que cerca del 30% de dichas muestras contenía residuos de glifosato. También se ha detectado la presencia de glifosato en agua potable, vino y cerveza, e incluso en productos de higiene personal (gasas, vendas, compresas, hisopos, etc.) elaborados con algodón GM tolerante a glifosato.^{212, 213} Estos resultados demuestran que la exposición humana al glifosato, así como a los cultivos GM tolerantes al herbicida y a los productos derivados de los mismos, es generalizada y constante.

Los eventos transgénicos son cada una de las modificaciones genéticas, incluyendo las combinaciones de éstas, conferidas a distintas líneas parentales de híbridos convencionales que se registran con un nombre y código específicos, además se protegen bajo una patente o derechos de obtentor con un nombre comercial determinado. Los cultivos tolerantes a herbicidas tienen modificaciones genéticas para que la planta GM sobreviva a la aplicación de cierto herbicida (p. e., el glifosato, el ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzoico o dicamba y el ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético o 2,4-D), de modo que éste se aplique como parte de las labores agrícolas para eliminar las arvenses. Hay cientos de registros de eventos transgénicos tolerantes al glifosato en diversos cultivos como el maíz, el algodón, la soya, la canola, la papa, la alfalfa y el trigo.²¹⁴ La tolerancia al glifosato en los cultivos GM se obtiene mediante la inserción, en el genoma del híbrido parental, del gen cp4 epsps, proveniente de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, para que produzca la proteína EPSPS de baja afinidad por el glifosato.²¹⁵



La FAO/OMS tienen una Comisión del Codex Alimentarius que estableció el Codex Alimentario, una colección de normas alimentarias adoptadas internacionalmente, los cuales tienen como objetivo proteger la salud de los consumidores y garantizar prácticas leales en el comercio de alimentos. Por su parte, el Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (CCPR) es el encargado de establecer los límites máximos de residuos (LMR) fijados por el Codex para residuos de plaguicidas en alimentos específicos o en grupos de alimentos o piensos que circulan en el comercio internacional.²¹⁶

En el Codex alimentario se tiene una lista de los productos y el límite máximo de residuos de glifosato que estos pueden tener. El glifosato está permitido para consumo humano en concentraciones que pueden llegar a 30 mg/kg para el caso de cereales (grano), 5mg/kg en maíz (grano), lentejas (secas), guisantes (arvejas, grano) y menudencias comestibles de maíferos, 3mg/kg en maíz dulce (mazorca), 2 mg/kg para frijoles (grano) y caña de azúcar.²¹⁷

En el caso particular de México, como mencionan González y colaboradores, no existen límites establecidos para residuos de glifosato en alimentos procesados y sin procesar, y la concentración de dicho herbicida no es ensayado por entidades oficiales,²¹⁸ a pesar de que el país es estado miembro de la ONU y delinea parte de sus normativas alimentarias con base al Codex Alimentario.^{219,220,221,222,223,224}

Existe evidencia de residuos de glifosato en orina y otros órganos (p.e. intestino, hígado, músculos, bazo y riñón)²²⁵ de diferentes animales que son destinados para el consumo humano (vacas lecheras,^{226,227} liebres, cerdos y pollos)²²⁸ en otros países como los que integran a la Unión Europea. En una investigación donde se evaluaron las características micológicas de las vacas lecheras en relación con las concentraciones de glifosato en la orina, se examinó un total de 258 vacas lecheras de 14 granjas lecheras en Alemania y se detectó glifosato en orina mediante la prueba de ELISA, sugiriendo que el herbicida glifosato parece modular la comunidad de micológica de estos rumiantes²²⁹.

Por otra parte, es probable que los residuos de glifosato en cultivos de granos pequeños como avena, cebada y trigo, así como canola, linaza, frijol, chícharo, lentejas y soya, estén aumentando recientemente debido a la creciente práctica de desecación de los cultivos justo antes de la cosecha²³⁰, esto considerado como una estrategia de manejo no solo para controlar las malezas perennes, sino también para facilitar el manejo de la cosecha y obtener una ventaja en la cosecha del próximo año, según una guía de preparación previa a la cosecha de Monsanto²³¹. Referente a esta situación, se ha detectado la presencia de trazas de glifosato y sus derivados en una gran cantidad de alimentos, particularmente aquellos que contienen cereales producidos de manera tecnificada, como la avena, canola, trigo y soya. En estos casos, el glifosato se asperja previo al periodo de cosecha para acelerar la desecación de los granos, así como en los cultivos de maíz y soya genéticamente modificados²³².

Según la Organización Environmental Working Group (EWG) de los Estados Unidos, se pueden encontrar altos niveles de glifosato en varios granos y frijoles, así como en la avena y los garbanzos, debido a su uso cada vez mayor como agente de secado antes de la cosecha;



ellos encontraron que casi tres cuartas partes de las muestras de alimentos populares a base de avena tienen presencia de glifosato.^{233,234}

Afectaciones socioeconómicas asociadas al uso del glifosato

Desde una perspectiva económica, en marzo de 2021, se publicó un estudio cuyo objetivo fue explicar la razón por la que los herbicidas a base de glifosato tienen tan alta prevalencia en la agricultura moderna. Los resultados mostraron una interacción compleja entre los desarrollos tecnológicos, de mercado y regulatorios, han fomentado la creación de sistemas agrícolas ligados al glifosato, tales como su rescate para el uso en cultivos genéticamente modificados; el auge del mercado de glifosato genérico, que globalizó el uso de la sustancia y fomentó nuevos usos agrícolas; nuevas tecnologías como la agricultura digital y la edición genómica que interactúan con el uso de glifosato; y por último, el poder de mercado corporativo creciente y la disminución de inversión pública en programas de investigación agrícola que limitaron la innovación en tecnologías de control de malezas sin herbicidas.²³⁵ Desafortunadamente estas cuatro fuerzas pueden identificarse en la historia reciente de nuestro país.

Existe una estrecha relación entre los daños ambientales y los efectos adversos en las dinámicas sociales y económicas de una población. Las consecuencias socioeconómicas y culturales derivadas del uso de plaguicidas tóxicos como el glifosato pueden transformar drásticamente la vida de una región entera²³⁶.

A nivel mundial, existen numerosos casos de pueblos y comunidades, tanto campesinas como indígenas, que han sido expuestos a altas dosis de plaguicidas. Por ejemplo, en la Sierra Nevada de Santa Marta, un gran macizo colombiano aislado de la Cordillera de los Andes, habitan los pueblos kogi, sanha, kakuama e ika, que padecen distintas problemáticas, entre ellas la violencia provocada por la plantación de cultivos ilícitos y las fumigaciones que de esos cultivos se hace con glifosato, lo que ha ocasionado la intoxicación de algunos de sus integrantes debido a su ingesta al consumir algunos de los vegetales endémicos de la región. Es decir, en aquella región la aspersión del herbicida alcanza a contaminar los vegetales que comúnmente han venido recolectando estos pueblos como parte de su sistema alimenticio.²³⁷

En México, un país megadiverso en términos bioculturales, existen varios pueblos y comunidades, campesinas y originarias, expuestas al glifosato y a otros plaguicidas. Por ejemplo, tenemos los casos referidos en las secciones anteriores, en las comunidades de El Mentidero, en el municipio de Autlán, Jalisco, donde se ha detectado glifosato en la orina de niños y adolescentes; en el mismo estado, en las comunidades de Agua Caliente y Ahuacán, se había detectado este herbicida en adolescentes; mientras que, en el estado de Campeche, en el municipio de Hopelchén, fue detectada la sustancia en la orina de los agricultores.

Son conocidos los efectos negativos que ha tenido el glifosato, utilizado principalmente para el cultivo de soya transgénica, sobre la salud de las abejas en la región maya del país, donde





la apicultura es una actividad productiva importante por vincular identidad y cultura^{238, 239, 240, 241}. En ese caso, el uso del herbicida no sólo ha desencadenado riesgos al ambiente y a la salud humana y animal, sino que además ha provocado repercusiones económicas considerables entre las comunidades originarias de la región.

Por otro lado, una caracterización realizada en la Síntesis de la Recomendación General número 36/2019 sobre la situación de la Población Jornalera Agrícola en México, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 29 de julio de 2019,²⁴² refiere que a los trabajadores agrícolas, por lo general, no se les proporciona equipo de protección personal adecuado ni la capacitación o medidas de seguridad adecuadas para realizar trabajos riesgosos, como el manejo de agroquímicos, además, las precarias condiciones de trabajo, las jornadas extenuantes y las inclemencias del clima generan deshidratación e insolación, a la vez de estar expuestos a diversos riesgos de trabajo.

Impactos sociales derivados de las afectaciones a la salud humana

Otro de los impactos sociales derivados de la utilización de glifosato ocurre a nivel de la salud pública. Esto resulta como consecuencia de los efectos de este herbicida en la salud de las personas, principalmente trabajadores agrícolas, quienes se exponen constantemente al glifosato por medio de las actividades de campo, es decir, se trata de una exposición ocupacional. La exposición ocupacional a los herbicidas incrementa el riesgo de envenenamiento no intencional. Un estudio reciente determinó que el 44% de los agricultores en el mundo sufren envenenamiento no intencional cada año.²⁴³ Esta elevada cifra muestra que el envenenamiento por pesticidas se ha convertido en un problema de salud pública.

Sin embargo, el impacto en la salud pública también se potencia a través de la exposición no ocupacional a la que se ve expuesta la población a través de alimentos con residuos, así como por medio de factores del ambiente a los que la población tiene acceso mediante dinámicas sociales como la utilización de agua para beber. Si bien no existen estudios epidemiológicos en el país que den cuenta de manera específica y pormenorizada de los efectos que ha tenido en la salud de la población el uso de herbicidas a base de glifosato; en México existen reconocidos grupos científicos que desarrollan investigación sin conflicto de interés que han evidenciado la presencia de glifosato en fluidos humanos de agricultores, y de niños y adolescentes de comunidades agrícolas de diferentes regiones del país.²⁴⁴ Estos hallazgos representan una alerta para la salud pública de México, que no debe ser despreciada o minimizada ante la robusta evidencia científica internacional que da cuenta de los numerosos y graves efectos nocivos del glifosato en el ambiente y la salud humana.

Ante esta problemática, es de particular importancia destacar la actualización de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), adscrita a la Secretaría de Salud, con la que reconoce la evidencia científica que asocia al glifosato con afectaciones a la salud humana. De esta manera, la dependencia ha asumido una postura en torno a la



toxicidad del herbicida de conformidad con los estándares internacionales en la materia y en cumplimiento del artículo 4° de la Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos. ²⁴⁵

- ¹ Valavanidis, A. (2018). Glyphosate, the Most Widely Used Herbicide. Health and safety issues. Why scientists differ in their evaluation of its adverse health effects. Disponible en <http://chem-tox-ecotox.org/ScientificReviews/> [Consultado el 01 de marzo de 2020]
- ² Qian, T., Tang, J., Ren, X. y Li, C. (2020). Glyphosate exposure induces inflammatory responses in the small intestine and alters gut microbial composition in rats. *Environmental Pollution* 261.
- ³ Monsanto. (2008). Antecedentes. En: Historia de los herbicidas a base de glifosato. Disponible en: <http://www.monsantoglobal.com/global/py/productos/documents/1-herbicidas-glifosato.pdf>
- ⁴ Buffin D. y T. Jewell. (2001). Health and Environmental Impacts of Glyphosate. The implications of increased use of glyphosate in association with genetically modified crops. *The Pesticide Action Reino Unido*. 40 pp.
- ⁵ Duke, S. y F. Dayan. (2011). Bioactivity of Herbicides, Editor M. Moo-Young. Comprehensive Biotechnology. Academic Press. doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00273-7.
- ⁶ IARC. (2015). Monograph on Glyphosate. Disponible en: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono112-10.pdf>
- ⁷ IARC. (2016). Q&A on Glyphosate. Disponible en: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/11/QA_Glyphosate.pdf
- ⁸ Benbrook, M.C. (2019). How did the US EPA and IARC reach diametrically opposed conclusions on the genotoxicity of glyphosate-based herbicides? Disponible en: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-018-0184-7>
- ⁹ ATSDR. (2019). U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile for Glyphosate*. Estados Unidos de América. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp214.pdf>
- ¹⁰ Martín, E. (2020). Antología Toxicológica del Glifosato. 5ta. Edición. Naturaleza de derechos. Argentina. 269 pp. Disponible en: <https://imagenagropecuaria.com/revista/wp-content/uploads/2020/05/antologia5.pdf>
- ¹¹ EPA. 2020. Draft National Level Listed Species Biological Evaluation for Glyphosate. United States Environmental Protection Agency. Disponible en: <https://www.epa.gov/endangered-species/draft-national-level-listed-species-biological-evaluation-glyphosate>
- ¹² Benbrook, M.C. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environment Science Europe*. 28:3. Disponible en: <https://enveurope.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s12302-016-0070-0>
- ¹³ Woodburn, A. T. (2000). Glyphosate: Production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science*, 56(4), 309-312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1526-4998\(200004\)56:4<309::AID-PS143>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200004)56:4<309::AID-PS143>3.0.CO;2-C)
- ¹⁴ ISAAA (2018). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2018. Disponible en: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/default.asp>
- ¹⁵ Mesnage, R., Benbrook, C. y Antoniou, M.N. (2019) Insight into the confusion over surfactant co-formulants in glyphosate-based herbicides, *Food and Chemical Toxicology*, 128: 137, 145 doi.org/10.1016/j.fct.2019.03.053.
- ¹⁶ *ibidem*.
- ¹⁷ EPA, (1997). Pesticide regulation notice 97-6. Use of the term “inert” in the label ingredients statement. Available from: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/prn-97-6-use-term-inert-label-ingredients-statement>.
- ¹⁸ Mesnage, R., Defarge, N., Spiroux de Vendomois, J. y Seralini, C.E. (2015). Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food Chem. Toxicol.* 84, 133-153.
- ¹⁹ Mesnage, R. y Antoniou, M.N. (2017). Ignoring adjuvant toxicity falsifies the safety profile of commercial pesticides. *Front Public Health* 5, 361.
- ²⁰ Székács, A. (2017). Mechanism-related teratogenic, hormone modulant and other toxicological effects of veterinary and agricultural surfactants. *Insights Vet Sci* 024-031
- ²¹ EFSA, (2015). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal* 13, 4302.
- ²² Maggi, F., la Cecilia, D., Tang, F. H. M., y McBratney, A. (2020). The global environmental hazard of glyphosate use. *The Science of the Total Environment*, 717, 137167.
- ²³ Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., García Ovando, H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez Cid, M., Larripa I. y Gorla, N. (2009). Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(3).
- ²⁴ Bai, S.H. y Ogbourne, S.M. (2016). Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination, *Environ. Sci. Pollut. Res.* Vol. 23:18988-19001, <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7425-3>.
- ²⁵ Mohamed, F., Endre, Z. H., Pickering, J. W., Jayamanne, S., Palangasinghe, C., Shahmy, S., Chathuranga, U., Wijerathna, T., Shihana, F., Gawarammana, I. y Buckley, N. A. (2016) Mechanism-specific injury biomarkers predict nephrotoxicity early following glyphosate surfactant herbicide (GPHS) poisoning. *Toxicology Letters*, 258: 1 – 10.





- ²⁶ Lee, H.L., Chen, K.W., Chi, C.H., Huang, J.J. y Tsai, L.M. (2000). Clinical presentations and prognostic factors of a glyphosate-surfactant herbicide intoxication: a review of 131 cases. *Acad Emerg Med*, 7: 906-910.
- ²⁷ Restrepo "C de A" José A. (2005). Impacto de las fumigaciones aéreas con glifosato en el Putumayo. Colectivo de Abogados. Disponible en: <http://www.colectivodeabogados.org>. [Consultado 03 de octubre de 2019].
- ²⁸ Ortiz, A. (2017). Los efectos del herbicida glifosato en Argentina: "¿Cuánto crecimiento del PIB justifica el cáncer?" Desalambre. *El diario* en https://www.eldiario.es/desalambre/efectos-glifosato-Argentina_0_619438193.html
- ²⁹ Amerio, P., Motta, A., Toto, P., Pour, S.M., Pajand, R., Feliciani, C. y Tulli, A. (2004) Skin toxicity from glyphosate-surfactant formulation. *J Toxicol Clin Toxicol* 42 (3) :317-9.
- ³⁰ George, J., Prasad, S., Mahmood, Z. y Shukla, Y. (2010) Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin: a proteomic approach. *J Proteomics* 73(5):951-64.
- ³¹ Acquavella, J. F., Weber, J. A., Cullen, M. R., Cruz, O. A., Martens, M. A., Holden, L. R., y Farmer, D. (1999). Human ocular effects from self-reported exposures to Roundup: registered: herbicides. *Human & Experimental Toxicology*, 18(8), 479-486.
- ³² Suyatna, F. y Darmayanti, S. (2003). Acute eye irritation study of a mixture of glyphosate isopropylamine salt and 2,4 D-isopropylamine. *Medical Journal of Indonesia*. 12. 135. 10.13181/mji.v12i3.102.
- ³³ IPCS. (1994). Environmental Health Criteria 159: Glyphosate. International Programme on Chemical Safety, World Health Organisation, Geneva. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm> (Consultado 25 mayo de 2020)
- ³⁴ Lin, C.M., Lai, C.P., Fang, T.C. y Lin, C.L. (1999). Cardiogenic shock in a patient with glyphosate-surfactant poisoning. *J Formos Med Assoc*, 98:698-700.
- ³⁵ Lee, H.L., Kan, C.D., Tsai, C.L., Liou, M.J. y Guo, H.R. (2009). Comparative effects of the formulation of glyphosate-surfactant herbicides on hemodynamics in swine. *Clin Toxicol (Phila)*, 47(7):651-658.
- ³⁶ Lindberg, T., de Ávila, R.I., Zeller, K.S., Levander, F., Eriksson, D., Chawade, A., y Lindstedt, M. (2020). An integrated transcriptomic and proteomic-based approach to evaluate the human skin sensitization potential of glyphosate and its commercial agrochemical formulations. *Journal of Proteomics*, 103647. doi:10.1016/j.jprot.2020.103647
- ³⁷ Benedetti, D., E. Nunes, M. Sarmento, C. Porto, C. E. I. dos Santos, J. F. Dias y J. da Silva. (2013). Genetic Damage in Soybean Workers Exposed to Pesticides: Evaluation with the comet and buccal micronucleus cytome assays. *Mutation Research*. 752: 28-33
- ³⁸ Heu, C., C. Elie-Caille, V. Mougey, S. Launay y Nicod, L. (2012). A Step Further Toward Glyphosate-induced Epidermal Cell Death: involvement of mitochondrial and oxidative mechanisms. *Environ Toxicol Pharmacol*. 34(2): 144-153
- ³⁹ Mesnage, R., B. Bernay y Séralini, G. E. (2013). Ethoxylated Adjuvants of Glyphosate-based Herbicides Are Active Principles of Human Cell Toxicity. *Toxicology* 313(2-3): 122-128
- ⁴⁰ Swanson, N. L., A. Leu, J. Abrahamson & B. Wallet. (2014). Genetically Engineered Crops, Glyphosate and the Deterioration of Health in the United States of America. *Journal of Organic Systems*. 9(2): 6-37
- ⁴¹ Seneff, S., Swanson, N. y Li, C. (2015). Aluminum and Glyphosate Can Synergistically Induce Pineal Gland Pathology: Connection to Gut Dysbiosis and Neurological Disease. *Agricultural Sciences*. 06. 42-70. 10.4236/as.2015.61005.
- ⁴² Leñero Jiménez, M.M., Solís Coiffier, G.H. y García de la Torre, G. S. (2012) Estudios de cohorte en Villa Romero, A. R., Moreno, L., y García de la Torre, G. S. *Epidemiología y estadística en salud pública*, pp.114- 128, México DF, McGraw Hill.
- ⁴³ Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., García Ovando, H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez Cid, M., Larripa I. y Gorla, N. (2009). Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(3).
- ⁴⁴ Monroy, C.M., Cortés, A.C., Sicard, D.M. y de Restrepo, H.G. (2005). Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate. *Biomedica* 25(3):335-345.
- ⁴⁵ Verzenassi, D., Vallini, A., Fernandez, F., Ferrazini, L., Lasagna, L. Sosa, A. y Hough, G. (2023). Cancer incidence and death rates in Argentine rural towns surrounded by pesticide-treated agricultural land. *Clinical Epidemiology and Global Health* 20. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2023.101239>
- ⁴⁶ Nagy, K., Tessema, R.A., Budnik, L.T. y Balá, A. (2019). Comparative cyto- and genotoxicity assessment of glyphosate and glyphosate-based herbicides in human peripheral White blood cells, *Environmental Research*, 179 doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108851>.
- ⁴⁷ Woźniak, E., Reszka, E., Jabłońska, E., Balcerczyk, A., Broncel, M. y Bukowska, B. (2020) Glyphosate affects methylation in the promoter regions of selected tumor suppressors as well as expression of major cell cycle and apoptosis drivers in PBMCs (in vitro study). *Toxicol. in Vitro*, 63, <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2019.104736>.
- ⁴⁸ Lucia, R.M., Huang, W.L., Pathak, K.V., McGilvrey, M., David-Dirgo, V., Alvarez, A., Goodman, D., Masunaka, I., Odegaard, A.O., Zogas, A., Pirrotte, P., Norden-Krichmar, T.M., Park, H.L. (2022). Association of Glyphosate Exposure with Blood DNA Methylation in a Cross-Sectional Study of Postmenopausal Women. *Environ Health Perspect*. 130(4):47001.
- ⁴⁹ Uribe-Yunda, D. F. y Cortes-Mancera, F. M. (2014). Metilación del ADN: implicaciones en carcinogénesis. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 33(1):81-93.
- ⁵⁰ Woźniak, E., et al., (2020). *Op. cit.*
- ⁵¹ Eskenazi B, Gunier RB, Rauch S, Kogut K, Perito ER, Mendez X, Limbach C, Holland N, Bradman A, Harley KG, Mills PJ, Mora AM. (2023). Association of Lifetime Exposure to Glyphosate and Aminomethylphosphonic Acid (AMPA) with Liver Inflammation and Metabolic Syndrome at Young Adulthood: Findings from the CHAMACOS Study. *Environ Health Perspect*. 131(3):37001.





- ⁵² Leino, L. et al. (2020). Classification of the glyphosate target enzyme (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase) for assessing sensitivity of organisms to the herbicide. *Journal of Hazardous Materials* 408, 124556. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124556>
- ⁵³ Icaza-Chávez M. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de Gastroenterología de México*: 78 (4): 240-248. DOI: 10.1016/j.rgmx.2013.04.004
- ⁵⁴ Tang, Q., Tang, J., Ren, X. y Li, C. (2020). Glyphosate exposure induces inflammatory responses in the small intestine and alters gut microbial composition in rats, *Environmental Pollution*, 261, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114129>.
- ⁵⁵ *Idem*.
- ⁵⁶ Dechartres, J., Pawluski, J.L., Gueguen, M.M., Jablaoui, A., Maguin, E., Rhimi, M. y Charlier, T.D. (2019). Glyphosate and Glyphosate-based herbicide exposure during the peripartum period affects maternal brain plasticity, maternal behavior and microbiome. *J Neuroendocrinol* 31(9): e12731. doi:10.1111/jne.12731.
- ⁵⁷ Tang et al. (2020). *Op cit*.
- ⁵⁸ Bote, K., Pöppe, J., Riede, S., Breves, G., y Roesler, U. (2019). Effect of a Glyphosate-Containing Herbicide on Escherichia coli and Salmonella Ser. Typhimurium in an In Vitro Rumen Simulation System. *European Journal of Microbiology & Immunology*, 9(3), 94–99. <https://doi.org/10.1556/1886.2019.00010>
- ⁵⁹ Nishino, R. et al. (2013) Commensal microbiota modulate murine behaviors in a strictly contamination-free environment confirmed by culture-based methods. *Neurogastroenterology & Motility*: 25(6): 521. <https://doi.org/10.1111/nmo.12110>
- ⁶⁰ Wiley, N. et al. (2017) The microbiota-gut-brain axis as a key regulator of neural function and the stress response implications for human health. *J. Anin. Sci.* 95: 3225-3246.
- ⁶¹ Aitbali, Y. (2018). Glyphosate based- herbicide exposure affects gut microbiota, anxiety and depression-like behaviors in mice. *Neurotoxicology and Teratology* 67: 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2018.04.002>
- ⁶² Mesnage R, Teixeira M, Mandrioli D, Falcioni L, Ducarmon QR, Zwiittink RD, Mazzacava F, Caldwell A, Halket J, Amiel C, Panoff JM, Belpoggi F, Antoniou MN. (2021). Use of Shotgun Metagenomics and Metabolomics to Evaluate the Impact of Glyphosate or Roundup MON 52276 on the Gut Microbiota and Serum Metabolome of Sprague-Dawley Rats. *Environ Health Perspect.* 129(1):17005. doi: 10.1289/EHP6990.
- ⁶³ Mesnage R, Bowyer RCE, El Balkhi S, Saint-Marcoux F, Gardere A, Ducarmon QR, Geelen AR, Zwiittink RD, Tsoukalas D, Sarandi E, Paramera EI, Spector T, Steves CJ y Antoniou MN. (2022). Impacts of dietary exposure to pesticides on faecal microbiome metabolism in adult twins. *Environ Health* 21, 46. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00860-0>
- ⁶⁴ Rank, J., Jensen, A. G., Skov, B., Pedersen, L. H. y Jensen, K. (1993). Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telophase test. *Mutation Research/Genetic Toxicology*
- ⁶⁵ Roy N. M., Carneiro, B. and Ochs, J. (2016). Glyphosate induces neurotoxicity in zebrafish. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, Vol. 42, pp. 45-54
- ⁶⁶ Caballero, M., Amiri, S., Denney, J., Monsivais, P., Hystad, P. y Amram, O. (2018). Estimated Residential Exposure to Agricultural Chemicals and Premature Mortality by Parkinson's Disease in Washington State. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122885>
- ⁶⁷ Samsel, A., y Seneff, S. (2013). Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary toxicology*, 6(4), 159-184. <https://doi.org/10.2478/intox-2013-0026>
- ⁶⁸ *Ibidem*.
- ⁶⁹ Samsel, A., Seneff, S. (2013). Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, 15(4), 1416-1463.
- ⁷⁰ Blondel, J., 1986. Glyphosate Poisoning Statistics Summary. US EPA File Nos. 197169 to 197171. Glyphosate. Review Worker Safety Rules. Disponible en: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/103601/103601-230.pdf>.
- ⁷¹ Mesnage, R., Benbrook, C. y Antoniou, M.N. (2019) *op cit*.
- ⁷² US Patent 5683958A, 1990. Surfactants mixtures. Disponible en : <https://patents.google.com/patent/US5683958A/en>
- ⁷³ Moore, L. J., Fuentes, L., Rodgers Jr, J. H., Bowerman, W. W., Yarrow, G. K., Chao, W. Y. y Bridges Jr., W. C. (2012). Relative Toxicity of the Components of the Original Formulation of Roundup to Five North American Anurans. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78:128-33.
- ⁷⁴ Langrand, J., Blanc-Brisset, I., Boucaud-Maitre, D., Puskarczyk, E., Nisse, P., Garnier, R. y Pulce, C. (2019). Increased severity associated with tallowamine in acute glyphosate poisoning. *Clinical Toxicology (Phila)* 6:1-3.
- ⁷⁵ Mesnage, R., Bernay, B., Seralini, G.E. (2013). Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. *Toxicology* 313, 122-128
- ⁷⁶ Defarge, N., Takács, E., Lozano, V.L., Mesnage, R., Spiroux de Vendômois, J. y Seralini, G.E., Székács, A. (2016). Co-formulants in glyphosate-based herbicides disrupt aromatase activity in human cells below toxic levels. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13, 264
- ⁷⁷ Guilherme, S., Santos, M.A., Barroso, C., Gaivao, I. y Pacheco, M. (2012). Differential genotoxicity of Roundup((R)) formulation and its constituents in blood cells of fish (*Anguilla anguilla*): considerations on chemical interactions and DNA damaging mechanisms. *Ecotoxicology* 21, 1381-1390.





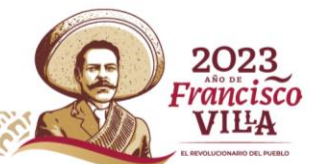
- ⁷⁸ Wozniak, E., Sicinska, P., Michalowicz, J., Wozniak, K., Reszka, E., Huras, B., Zakrzewski, J. y Bukowska, B. (2018). The mechanism of DNA damage induced by Roundup 360 PLUS, glyphosate and AMPA in human peripheral blood mononuclear cells - genotoxic risk assesment. *Food Chem. Toxicol.* 120, 510-522.
- ⁷⁹ El-Shenawy, N. S. (2009). Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28(3): 379-85.
- ⁸⁰ Hong, Y., Yang, X., Huang, Y., Yan, G. y Cheng, Y. (2018). Assessment of the oxidative and genotoxic effects of the glyphosate-based herbicide roundup on the freshwater shrimp, *Macrobrachium nipponensis*. *Chemosphere*, 210:896-906.
- ⁸¹ Cattaneo, R., Clasen, B., Loro, V.L., de Menezes, C.C., Pretto, A., Baldisserotto, B., Santi, A. y de Avila L.A. (2011). Toxicological responses of *Cyprinus carpio* exposed to a commercial formulation containing glyphosate. *Bull Environ Contam Toxicol.* 87(6):597-602.
- ⁸² Modesto, K. y Martinez, C. (2010). Effects of Roundup Transorb on fish: Hematology, antioxidant defenses and acetylcholinesterase activity. *Chemosphere* 81:781-7. 10.1016/j.chemosphere.2010.07.005.
- ⁸³ Qiu, S., Fu, H., Zhou, R., Yang, Z., Bai, G. y Shi, B. (2020). Toxic effects of glyphosate on intestinal morphology, antioxidant capacity and barrier function in weaned piglets. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 187 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109846>.
- ⁸⁴ Malatesta, M., Perdoni, F., Santin, G., Battistelli, S., Muller, S. y Biggiogera, M. (2008). Hepatoma tissue culture (HTC) cells as a model for investigating the effects of low concentrations of herbicide on cell structure and function. *Toxicology in Vitro* Vol 22 (8):1853-60.
- ⁸⁵ Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- ⁸⁶ Woodburn, A. T. (2000). Glyphosate: Production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science*, 56(4), 309-312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1526-4998\(200004\)56:4<309::AID-PS143>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1526-4998(200004)56:4<309::AID-PS143>3.0.CO;2-C)
- ⁸⁷ Okada, E., Allinson, M., Barral, M. P., Clarke, B., y Allinson, G. (2020). Glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) are commonly found in urban streams and wetlands of Melbourne, Australia. *Water Research*, 168, 115139.
- ⁸⁸ Alonso, L. L., Demetrio, P. M., Agustina Etchegoyen, M., & Marino, D. J. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment*, 645, 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
- ⁸⁹ Chang, F., Simcik, M. F., & Capel, P. D. (2011). Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(3), 548-555. <https://doi.org/10.1002/etc.431>
- ⁹⁰ Scribner, E.A., Battaglin, W.A., Gilliom, R.J., y Meyer, M.T., (2007). Concentrations of glyphosate, its degradation product, aminomethylphosphonic acid, and glufosinate in ground- and surface-water, rainfall, and soil samples collected in the United States, 2001-06: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2007-5122, 111 p.
- ⁹¹ Mac Loughlin, T. M., Peluso, L., & Marino, D. J. G. (2017). Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Science of The Total Environment*, 598, 572-580. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.116>
- ⁹² Kjaer, J., Olsen, P., Ullum, M., & Grant, R. (2005). Leaching of glyphosate and amino-methylphosphonic acid from Danish agricultural field sites. *Journal of Environmental Quality*, 34(2), 608-620. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0608>
- ⁹³ Jackson, R. E., & Pitre, H. N. (2004). Influence of Roundup Ready Soybean Production Systems and Glyphosate Application on Pest and Beneficial Insects in Narrow-Row Soybean. *Journal of Entomological Science*, 39(1), 62-70. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-39.1.62>
- ⁹⁴ Richmond, M. E. (2018). Glyphosate: A review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 8(4), 416-434. <https://doi.org/10.1007/s13412-018-0517-2>
- ⁹⁵ Barrett, K.A., McBride, M.B., 2005. Oxidative degradation of glyphosate and aminomethylphosphonate by manganese oxide. *Environ. Sci. Technol.* 39, 9223-9228
- ⁹⁶ Langrand, J., et al., (2019) op. cit..
- ⁹⁷ Amerio, P., Motta, A., Toto, P., Pour, S.M., Pajand, R., Feliciani, C. y Tulli, A. (2004) Skin toxicity from glyphosate-surfactant formulation. *J Toxicol Clin Toxicol* 42 (3) :317-9.
- ⁹⁸ Acquavella, J. F., Weber, J. A., Cullen, M. R., Cruz, O. A., Martens, M. A., Holden, L. R., y Farmer, D. (1999). Human ocular effects from self-reported exposures to Roundup: registered: herbicides. *Human & Experimental Toxicology*, 18(8), 479-486.
- ⁹⁹ Rank, J., Jensen, A. G., Skov, B., Pedersen, L. H. y Jensen, K. (1993). Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telophase test. *Mutation Research/Genetic Toxicology*
- ¹⁰⁰ Maggi, F., la Cecilia, D., Tang, F. H. M., y McBratney, A. (2020). The global environmental hazard of glyphosate use. *The Science of the Total Environment*, 717, 137167.
- ¹⁰¹ Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., García Ovando, H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez Cid, M., Larripa I. y Gorla, N. (2009). Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(3).
- ¹⁰² Bai, S.H. y Ogbourne, S.M. (2016). Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination, *Environ. Sci. Pollut. Res. Vol. 23:18988-19001*, <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7425-3>.



- ¹⁰³ Chang, F., Simcik, M. F., & Capel, P. D. (2011). Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(3), 548-555. <https://doi.org/10.1002/etc.431>
- ¹⁰⁴ Artigas, J., Batisson, I., y Carles, L. (2020). Dissolved organic matter does not promote glyphosate degradation in auto-heterotrophic aquatic microbial communities. *Environmental Pollution*, 259, 113951.
- ¹⁰⁵ Scribner, E.A., Battaglin, W.A., Gilliom, R.J., y Meyer, M.T., (2007), Concentrations of glyphosate, its degradation product, aminomethylphosphonic acid, and glufosinate in ground- and surface-water, rainfall, and soil samples collected in the United States, 2001-06: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2007-5122, 111 p.
- ¹⁰⁶ Peruzzo, P. J., Porta, A. A., y Ronco, A. E. (2008). Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 156(1), 61-66. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.01.015>
- ¹⁰⁷ Alonso, L. L., Demetrio, P. M., Agustina Etchegoyen, M., & Marino, D. J. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment*, 645, 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
- ¹⁰⁸ Mac Loughlin, T. M., Peluso, L., & Marino, D. J. G. (2017). Pesticide impact study in the peri-urban horticultural area of Gran La Plata, Argentina. *Science of The Total Environment*, 598, 572-580. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.116>
- ¹⁰⁹ Kjaer, J., Olsen, P., Ullum, M., & Grant, R. (2005). Leaching of glyphosate and amino-methylphosphonic acid from Danish agricultural field sites. *Journal of Environmental Quality*, 34(2), 608-620. <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0608>
- ¹¹⁰ Cattani, D., Cesconetto, P.A., Tavares, M.K., Parisotto, E.B., Oliveira, P.A., Rieg, C.E.H., Leite, M.C., Prediger, R.D.S., Wendt, N.C., Razzera, G., Filho, D.W. y Zamoner, A. (2017). Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring: implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress, *Toxicology* 387:67-80, <https://doi.org/10.1016/j.tox.2017.06.001>
- ¹¹¹ Kjaer, J., et al. (2005). *Op. cit.*
- ¹¹² Kolpin, D. W., Thurman, E. M., Lee, E. A., Meyer, M. T., Furlong, E. T., & Glassmeyer, S. T. (2006). Urban contributions of glyphosate and its degradate AMPA to streams in the United States. *The Science of the Total Environment*, 354(2-3), 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.01.028>
- ¹¹³ Sanchis, J., Kantiani, L., Llorca, M., Rubio, F., Ginebreda, A., Fraile, J., Garrido, T., & Farré, M. (2012). Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 402(7), 2335-2345. <https://doi.org/10.1007/s00216-011-5541-y>
- ¹¹⁴ Silva, V., Montanarella, L., Jones, A., Fernández-Ugalde, O., Mol, H.G.J., Ritsema, C.J. y Geissen, V. (2017). Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union, *Science of The Total Environment*, 621: 1352-1359
- ¹¹⁵ Okada, E., Allinson, M., Barral, M. P., Clarke, B., y Allinson, G. (2020). Glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) are commonly found in urban streams and wetlands of Melbourne, Australia. *Water Research*, 168, 115139.
- ¹¹⁶ Maggi, F., et al. (2020) *op. cit.*
- ¹¹⁷ Bento, C. P. M., van der Hoeven, S., Yang, X., Riksen, M. M. J. P. M., Mol, H. G. J., Ritsema, C. J., y Geissen, V. (2019). Dynamics of glyphosate and AMPA in the soil surface layer of glyphosate-resistant crop cultivations in the loess Pampas of Argentina. *Environmental Pollution*, 244: 323-331
- ¹¹⁸ Maggi, F., et al. (2020) *op. cit.*
- ¹¹⁹ Mañas, E., et al. (2009). *Op. cit.*
- ¹²⁰ Bento, C.P.M., Goossens, D., Rezaei, M., Riksen, M., Mol, H.G.J., Ritsema, C.J. y Geissen, V. (2017). Glyphosate and AMPA distribution in wind-eroded sediment derived from loess soil. *Environ. Pollut.* 220, 1079-1089
- ¹²¹ Farenhorst, A., Andronak, L.A. y McQueen, R.D.A. (2015). Bulk deposition of pesticides in a Canadian City: part 1. Glyphosate and other agricultural pesticides. *Water Air Soil Pollut.* 226
- ¹²² Lamprea, K. y Ruban, V. (2011). Characterization of atmospheric deposition and run off water in a small suburban catchment. *Environ. Technol.* 32, 1141-1149
- ¹²³ Quaghebeur, D., De Smet, B., De Wulf, E. y Steurbaut, W. (2004). Pesticides in rainwater in Flanders, Belgium: results from the monitoring program 1997-2001. *J. Environ. Monit.* 6, 182-190.
- ¹²⁴ Bento, C.P.M., et al., (2017) *op. cit.*
- ¹²⁵ Silva, V., et al., (2017) *op. cit.*
- ¹²⁶ Arellano-Aguilar, O. y Rendón von Osten, J. (2016). La Huella de los Plaguicidas en México. Greenpeace. Cd. de México, México. 39 pp.
- ¹²⁷ Rendon-von Osten, J., y Dzul-Caamal, R. (2017). Glyphosate Residues in Groundwater, Drinking Water and Urine of Subsistence Farmers from Intensive Agriculture Localities: A Survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph14060595>
- ¹²⁸ Ruíz- Toledo, J., Castro, R., Rivero-Pérez, N. y Bello- Mendoza, R., (2014). Occurrence of Glyphosate in water bodies derived from intensive agriculture in a tropical region of Southern Mexico. *Environment Contam. Toxicology*. DOI.10.1007/s00128-014-1328-0.
- ¹²⁹ Peruzzo, et al. (2008). *Op. cit.*
- ¹³⁰ Lutri, V. F., Matteoda, E., Blarasin, M., Aparicio, V., Giacobone, D., Maldonado, L., Becher Quinodoz, F., Cabrera, A., y Giuliano Albo, J. (2020). Hydrogeological features affecting spatial distribution of glyphosate and AMPA in groundwater and surface water in



- an agroecosystem. Córdoba, Argentina. *Science of The Total Environment*, 711: 134557. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134557>
- ¹³¹ Fernandes, G., Aparicio, V. C., Bastos, M. C., De Gerónimo, E., Labanowski, J., Prestes, O. D., Zanella, R., y dos Santos, D. R. (2019). Indiscriminate use of glyphosate impregnates river epilithic biofilms in southern Brazil. *Science of The Total Environment*, 651: 1377-1387. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.292>
- ¹³² Chen, C. Y., Hathaway, K. M., & Folt, C. L. (2004). Multiple stress effects of Vision herbicide, pH, and food on zooplankton and larval amphibian species from forest wetlands. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(4), 823-831. <https://doi.org/10.1897/03-108>
- ¹³³ Chen, C. Y., Hathaway, K. M., & Folt, C. L. (2004). Multiple stress effects of Vision herbicide, pH, and food on zooplankton and larval amphibian species from forest wetlands. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 23(4), 823-831. <https://doi.org/10.1897/03-108>
- ¹³⁴ *Ibidem*
- ¹³⁵ Bejarano-González, F. (coord.). (2017). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM)
- ¹³⁶ Gupta, S., y Gupta, K. (2020). Bioaccumulation of Pesticides and Its Impact on Biological Systems. En *Pesticides in Crop Production* (pp. 55-67). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119432241.ch4>
- ¹³⁷ de Brito Rodrigues, L., Gonçalves-Costa, G. undgren Thá, E., da Silva, L.R, de Oliveira, R., Morais Leme, D. y Cestari, M.M., Koppe Grisolia, C., Campos Valadares, M. y Rodrigues de Oliveira, G.A. (2019). Impact of the glyphosate-based commercial herbicide, its components and its metabolite AMPA on non-target aquatic organisms. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, Vol. 842, <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2019.05.002>.
- ¹³⁸ Moreno, N.C., Sofia, S.H. y Martinez, C.B. (2014). Genotoxic effects of the herbicide Roundup Transorb and its active ingredient glyphosate on the fish *Prochilodus lineatus*, *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 37:448-454, <https://doi.org/10.1016/j.etap.2013.12.012>.
- ¹³⁹ Marc, J., Bellé, R., Morales, J., Cormier, P. and Mulner-Lorillon, O. (2004). Formulated Glyphosate Activates the DNA-Response Checkpoint of the Cell Cycle Leading to the Prevention of G2/M Transition, *Toxicological Sciences*, Vol 82(2):436-442.
- ¹⁴⁰ Weeks-Santos, S., Gonzalez, P., Cormier, B., Mazzella, N. Bonnaud, B., Morin, S., Clérandeau, C., Morin, B. y Cachot, J. (2019). A glyphosate-based herbicide induces sub-lethal effects in early life stages and liver cell line of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquatic Toxicology*. Vol. 216, <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105291>.
- ¹⁴¹ Mottier, A., Serpentine, A., Dallas, L., James, A., Lebel, J.M. y Costil, K. (2020) In vitro effects of glyphosate-based herbicides and related adjuvants on primary culture of hemocytes from *Haliotis tuberculata*. *Fish and Shellfish Immunology*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.058>.
- ¹⁴² Hong, Y., Yang, X., Yan, G., Huang, Y., Zuo, F., Shen, Y., Ding, Y. y Cheng, Y. (2017) Effects of glyphosate on immune responses and haemocyte DNA damage of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Fish & Shellfish Immunology* Vol. 71:19-27. doi.org/10.1016/j.fsi.2017.09.062
- ¹⁴³ Mottier A., et al., (2020). *Op. cit.*
- ¹⁴⁴ Fernandes, G., et al., (2019). *Op. cit.*
- ¹⁴⁵ Lutri, V. F., et al., (2020) *op. cit.*
- ¹⁴⁶ Sabio y García, C. A., Schiaffino, M. R., Lozano, V. L., Vera, M. S., Ferraro, M., Izaguirre, I. y Pizarro, H. (2020). New findings on the effect of glyphosate on autotrophic and heterotrophic picoplankton structure: A microcosm approach. *Aquatic Toxicology*, 222:105463. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105463>
- ¹⁴⁷ Sun, M., Li, H., y Jaisi, D. P. (2019). *Op. cit.*
- ¹⁴⁸ Sabio y García et al. (2020). *Op cit*
- ¹⁴⁹ Relyea, R. A., y Jones, D. K. (2009). The toxicity of Roundup Original Max® to 13 species of larval amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28(9), 2004-2008. <https://doi.org/10.1897/09-0211>
- ¹⁵⁰ Agostini, M. G., Roesler, I., Bonetto, C., Ronco, A. E., y Bilenca, D. (2020). Pesticides in the real world: The consequences of GMO-based intensive agriculture on native amphibians. *Biological Conservation*, 241: 108355. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108355>
- ¹⁵¹ Rogacz, D., Lewkowski, J., Cal, D., y Rychter, P. (2020). Ecotoxicological effects of new C-substituted derivatives of N-phosphonomethylglycine (glyphosate) and their preliminary evaluation towards herbicidal application in agriculture. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 194, 110331.
- ¹⁵² Nguyen, D. B., M. T. Rose, T. J. Rose, S. G. Morris y van Zwieten, L. (2016). Impact of Glyphosate on Soil Microbial Biomass and Respiration: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*. 92: 50-57
- ¹⁵³ Thongprakaisang, S., Thiantanawat, A., Rangkadilok, N., Suriyo, T y Satayavivad, J. (2013). Glyphosate Induces Human Breast Cancer Cells Growth via Estrogen Receptors. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association* 59: 129-36.
- ¹⁵⁴ Tesfamariam, T., Bott, S., Cakmak, I., Römheld, V. y Neumann, G. (2009). Glyphosate in the rhizosphere—Role of Waiting Times and Different Glyphosate Binding Forms in Soils for Phytotoxicity to Non-Target Plants. *European Journal of Agronomy*. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.03.007>.
- ¹⁵⁵ Lupwayi, N. Z., Harker, K. N., Clayton, G. W., O'Donovan, J. T., & Blackshaw, R. E. (2009). Soil microbial response to herbicides applied to glyphosate-resistant canola. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1), 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.007>





- ¹⁵⁶ Busse, M., Ratcliff, A., Shestak, C. y Powers, R. (2001). Glyphosate toxicity and the effects of long term vegetation control on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 1777-1789.
- ¹⁵⁷ Gardner, J. G., & Nelson, G. C. (2008). Herbicides, glyphosate resistance and acute mammalian toxicity: Simulating an environmental effect of glyphosate-resistant weeds in the USA. *Pest Management Science*, 64(4), 470-478. <https://doi.org/10.1002/ps.1497>
- ¹⁵⁸ de Castilhos Ghisi, N., Zuanazzi, N. R., Fabrin, T. M. C., y Oliveira, E. C. (2020). Glyphosate and its toxicology: A scientometric review. *Science of The Total Environment*, 733, 139359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139359>
- ¹⁵⁹ Mirande, L., Haramboure, M., Smagghe, G., Piñeda, S., y Schneider, M. I. (2010). Side-effects of glyphosate on the life parameters of *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) in Argentina. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75(3), 367-372.
- ¹⁶⁰ Souza de Saraiva, A., Almeida Sarmiento, R., Pedro-Neto, M., Vieira Teodoro, A., Lemus Erasmo, E. A., Vieira Belchior, D. C., y Brandão de Azevedo, E. (2016). Glyphosate sub-lethal toxicity to non-target organisms occurring in *Jatropha curcas* plantations in Brazil. *Experimental & Applied Acarology*, 70(2), 179-187. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0078-6>
- ¹⁶¹ Böcker, T., Britz, W., Möhring, N., & Finger, R. (2020). An economic and environmental assessment of a glyphosate ban for the example of maize production. *European Review of Agricultural Economics*, 47(2), 371-402. <https://doi.org/10.1093/erae/jby050>
- ¹⁶² Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C., Hallmann, C. A., Hill, M. J., Hochkirch, A., Kwak, M. L., Mammola, S., Ari Noriega, J., Orfinger, A. B., Pedraza, F., Pryke, J. S., Roque, F. O., ... Samways, M. J. (2020). Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*, 242, 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>
- ¹⁶³ Eggleton, P. (2020). The State of the World's Insects. *Annual Review of Environment and Resources*, 45(1), null. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-050035>
- ¹⁶⁴ Samways, M. J., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C., Hallmann, C. A., Hill, M. J., Hochkirch, A., Kaila, L., Kwak, M. L., Maes, D., Mammola, S., Noriega, J. A., Orfinger, A. B., Pedraza, F., ... Cardoso, P. (2020). Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242, 108427. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108427>
- ¹⁶⁵ Wegier, A., Alavez, V., Pérez-López, J., Calzada, L., & Cerritos, R. (2018). Beef or grasshopper hamburgers: The ecological implications of choosing one over the other. *Basic and Applied Ecology*, 26, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.004>
- ¹⁶⁶ SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2014). El Medio Ambiente en México 2013-2014. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/04_biodiversidad/4_1.html
- ¹⁶⁷ Barkin, D. (2003). Alleviating Poverty Through Ecotourism: Promises and Reality in the Monarch Butterfly Reserve of Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 5(3), 371-382. <https://doi.org/10.1023/A:1025725012903>
- ¹⁶⁸ Monterrubio-Cordero, J. C., Rodríguez Muñoz, G. y Mendoza Ontiveros, M. M. (2013). Social benefits of ecotourism: The Monarch Butterfly Reserve in Mexico. *Enlightening Tourism: A Pathmaking Journal*, 2, 105-124.
- ¹⁶⁹ Pleasants, J. M., y Oberhauser, K. S. (2013). Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: Effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity*, 6(2), 135-144. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x>
- ¹⁷⁰ Eler Seide, V. E., Cupertino Bernardes, R., Guedes Pereira, E. J., & Pereira Lima, M. A. (2018). Glyphosate is lethal and Cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environmental Pollution*, 243, 1854-1860. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.020>
- ¹⁷¹ Vandame, R. (2016). Uso de plaguicidas y mortalidad de abejas en México: una creciente urgencia. *El Jarocho Cuántico. La Jornada Veracruz*.
- ¹⁷² Boily, M., Sarrasin, B., DeBlois, C., Aras, P. y Chagnon, M. (2013). Acetylcholinesterase in honey bees (*Apis mellifera*) exposed to neonicotinoids, atrazine and glyphosate: Laboratory and field experiments. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(8), 5603-5614. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1568-2>
- ¹⁷³ Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunnigham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society* 274, 303-313
- ¹⁷⁴ Gallai N, Salles JM, Settele J and Vaissière B. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol Econ* 68:810-821 (2009).
- ¹⁷⁵ Ayala, R. y Ortega, M. (2018). Declive de las abejas nativas en la región maya (2018). in Xolalpa et al. *Meliponicultura Liderazgo, Territorio y Tradición. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo*.
- ¹⁷⁶ *Ibid.*
- ¹⁷⁷ Herbert, L. T., Vázquez, D. E., Arenas, A., y Farina, W. M. (2014). Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behaviour. *Journal of Experimental Biology*, 217(19), 3457-3464. <https://doi.org/10.1242/jeb.109520>
- ¹⁷⁸ Liao, L.-H., Wu, W.-Y., y Berenbaum, M. R. (2017). Berg, C. J., King, H. P., Delenstarr, G., Kumar, R., Rubio, F., & Glaze, T. (2018). Glyphosate residue concentrations in honey attributed through geospatial analysis to proximity of large-scale agriculture and transfer off-site by bees. *PloS One*, 13(7), e0198876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198876>
- ¹⁷⁹ Berg, C. J., King, H. P., Delenstarr, G., Kumar, R., Rubio, F., & Glaze, T. (2018). Glyphosate residue concentrations in honey attributed through geospatial analysis to proximity of large-scale agriculture and transfer off-site by bees. *PloS One*, 13(7), e0198876. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198876>
- ¹⁸⁰ Ledoux, M. L., Hettiarachchy, N., Yu, X., Howard, L., y Lee, S. O. (2019). Penetration of glyphosate into the food supply and the incidental impact on the honey supply and bees. *Food Control*, 106859.

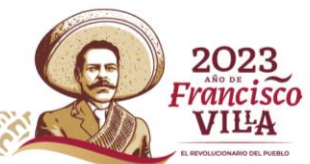


- ¹⁸¹ Balbuena, M.S., Tison, L., Hahn, M.-L., Greggers, U., Menzel, R. y Farina, W.M. (2015). Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *The Journal of Experimental Biology*. 218, 2799-2805.
- ¹⁸² Mengoni Goñalons, C., y Farina, W. M. (2018). Impaired associative learning after chronic exposure to pesticides in young adult honey bees. *Journal of Experimental Biology*, 221(7). <https://doi.org/10.1242/jeb.176644>
- ¹⁸³ Jumarie, C., Aras, P., y Boily, M. (2017). Mixtures of herbicides and metals affect the redox system of honey bees. *Chemosphere*, 168, 163-170. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.056>
- ¹⁸⁴ Ledoux, M. L., (2019). *Op. cit.*
- ¹⁸⁵ Farina, W. M., Balbuena, M. S., Herbert, L. T., Mengoni Goñalons C. y Vázquez, D. E. 2019. "Effects of the Herbicide Glyphosate on Honey Bee Sensory and Cognitive Abilities: Individual Impairments with Implications for the Hive." *Insects* 10 (10). <https://doi.org/10.3390/insects10100354>.
- ¹⁸⁶ Dai, P., Yan, Z., Ma, S., Yang, Y., Wang, Q., Hou, C., Wu, Y., Liu, Y., y Diao, Q. (2018). The Herbicide Glyphosate Negatively Affects Midgut Bacterial Communities and Survival of Honey Bee during Larvae Reared in Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(29), 7786-7793. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02212>
- ¹⁸⁷ Giesy J.P., Dobson S., Solomon K.R. 2000. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup® Herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 2000;167:35-120.
- ¹⁸⁸ Bohan D.A., Boffey C.W., Brooks D.R., Clark S.J., Dewar A.M., Firbank L.G., Haughton A.J., Hawes C., Heard M.S., May M.J., et al. 2005. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. *Proc. R. Soc. B Boil. Sci.* 2005;272:463-474. doi: 10.1098/rspb.2004.3049.
- ¹⁸⁹ Motta E.V.S., Raymann K., Moran N.A. 2018. Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2018;115:10305-10310. doi: 10.1073/pnas.1803880115
- ¹⁹⁰ Motta, et al. *Op. cit.*
- ¹⁹¹ Vázquez D.E., Iliina N., Pagano E.A., Zavala J.A., Farina W.M. 2018. Glyphosate affects the larval development of honey bees depending on the susceptibility of colonies. *PLoS ONE*. 2018;13:e0205074. doi: 10.1371/journal.pone.0205074.
- ¹⁹² Vázquez DE, Balbuena MS, Chaves F, Gora J, Menzel R, Farina WM. 2020. Sleep in honey bees is affected by the herbicide glyphosate. *Sci Rep*. 29;10(1):10516. doi: 10.1038/s41598-020-67477-6
- ¹⁹³ Gandhi, K., Khan, S., Patrikar, M., Markad, A., Kumar, N., Choudhari, A., Sagar, P. y Indurkar, S. (2021). Exposure risk and environmental impacts of glyphosate: Highlights on the toxicity of herbicide co-formulants. *Environmental Challenges*, 4, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100149>
- ¹⁹⁴ Lesseur, C., Pirrotte, P., Pathak, K.V., Manservigi, F., Mandrioli, D., Belpoggi, F., Panzacchi, S., Li, Q., Barrett, E.S., Nguyen, R.H.N., Sathyanarayana, S., Swan, S.H., Chen, J. (2021). *Op. cit*
- ¹⁹⁵ Chang, V. C., Andreotti, G., Ospina, M., Parks, C.G., Liu, D., Shearer, J.J., Rothman, N., Silverman, D.T., Sandler, D.P., Calafat, A.M., Beane Freeman, L.E., Hofmann, J.N.(2023). Glyphosate Exposure and Urinary Oxidative Stress Biomarkers in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst*. 11. doi: 10.1093/jnci/djac242
- ¹⁹⁶ Grau D, Grau N, Gascuel Q, Paroissin C, Stratonovitch C, Lairon D, Devault DA, Di Cristofaro J. (2022) .Quantifiable urine glyphosate levels detected in 99% of the French population, with higher values in men, in younger people, and in farmers. *Environ Sci Pollut Res Int*. 29(22):32882-32893
- ¹⁹⁷ Acciaia M, Candiotta Lzp, Gaboardi SC, Panis C, Kottwitz LBM. (2022). Determination of glyphosate in breast milk of lactating women in a rural area from Paraná state, Brazil. *Braz J Med Biol Res*. doi:10.1590/1414-431X2022e12194.
- ¹⁹⁸ Bai, G. Jiang, X. et al. (2022). Perinatal exposure to glyphosate-based herbicides impairs progeny health and placental angiogenesis by disturbing mitochondrial function. *Environment International* 170. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107579>
- ¹⁹⁹ CDC. (2022). National Health and Nutrition Examination Survey. 2013-2014 Data Documentation, Codebook, and Frequencies. Glyphosate. Centro Nacional de Estadísticas de Salud. Disponible en: https://wwwn.cdc.gov/Nchs/Nhanes/2013-2014/SSCLYP_H.htm
- Gillam, C. (9 de julio de 2022). 'Disturbing': weedkiller ingredient tied to cancer found in 80% of US urine samples. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/us-news/2022/jul/09/weedkiller-glyphosate-cdc-study-urine-samples>
- ²⁰⁰ Winstone, J. K. (2022). Glyphosate infiltrates the brain and increases pro-inflammatory cytokine TNF α : implications for neurodegenerative disorders. *Journal of Neuroinflammation*, 19(193), 1-14. doi: 10.1186/s12974-022-02544-5
- ²⁰¹ Gillezeau, C., van Gerwen, M., Shaffer, RM., et al. (2019). The evidence of human exposure to glyphosate: a review. *Environ Health* 18, 2. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0435-5>
- ²⁰² Niemann, L., Sieke, C., Pfeil, R. et al. (2015). A critical review of glyphosate findings in human urine samples and comparison with the exposure of operators and consumers. *J. Verbr. Lebensm.* 10, 3-12. <https://doi.org/10.1007/s00003-014-0927-3>
- ²⁰³ Gillezeau, C., et al. (2019). *Op Cit.*
- ²⁰⁴ Acquavella, J., Alexander, B., Mandal, J., Gustin, C., Baker, B., Chapman, P. y Bleeke, M. (2004). Glyphosate Biomonitoring for farmers and their families: results from the farm family exposure study. *Environmental Health Perspectives*, 112(3).
- ²⁰⁵ Mills PJ, Kania-Korwel I, Fagan J, McEvoy LK, Laughlin GA, Barrett-Connor E. (2017). Excretion of the Herbicide Glyphosate in Older Adults Between 1993 and 2016. *JAMA*.;318(16):1610-1611.
- ²⁰⁶ Parvez, S., Gerona, R.R., Proctor, C., M. Friesen, J. L. Ashby, J. L. Reiter, Z. Lui y Winchester, P. D. (2018). Glyphosate exposure in pregnancy and shortened gestational length: a prospective Indiana birth cohort study. *Environ Health Global Access Sci Source*, 17 (1): 23. <https://doi.org/10.1186/s12940-018->





- ²⁰⁷ Stajanko, A., Snoj, T. J., Kosjek, T., Mazej, D., Jagodic, M., et al. (2020). Seasonal glyphosate and AMPA levels in urine of children and adolescents living in rural regions of Northeastern Slovenia. *Environment International*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105985>
- ²⁰⁸ Rendon-von Osten, J., y Dzul-Caamal, R. (2017). Glyphosate Residues in Groundwater, Drinking Water and Urine of Subsistence Farmers from Intensive Agriculture Localities: A Survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph14060595>
- ²⁰⁹ Sierra-Díaz, E., Celis-de la Rosa, A.J., Lozano-Kasten, F., Trasande, L., Peregrina-Lucano, A.A., Sandoval-Pinto, E. y Gonzalez-Chavez H. (2019). Urinary Pesticide Levels in Children and Adolescents Residing in Two Agricultural Communities in Mexico. *Int J Environ Res Public Health*, 17(1):151.
- ²¹⁰ UDG (2019). Investigadores encuentran presencia de plaguicidas en niños de comunidad autlenense. Nota de Gladiola Madera 26 de junio de 2019. Disponible en: <http://udgtv.com/radio/investigadores-plaguicidas-ninos-mentidero/>
- ²¹¹ González-Ortega, E., Piñeyro-Nelson, A., Gómez-Hernández, E., Monterrubio-Vázquez, E., Arleo, M., Dávila-Velderrain, J., Martínez-Debat C. y Álvarez-Buylla E. R. (2017). Pervasive presence of transgenes and glyphosate in maize-derived food in Mexico. *J. Agroecology and Sustainable Food Systems*, 1146 – 1161.
- ²¹² Cook, K. (2019). Glyphosate in Beer and Wine. *CalPIRG Education Fund USA*
- ²¹³ Xu, J., Smith, S., Smith, G., Wang, W. y Li, Y. (2019). Glyphosate contamination in grains and foods: An overview. *Food Control*, 106.
- ²¹⁴ ISAAA, GM Events with Glyphosate herbicide tolerance. Disponible en: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/gmtrait/default.asp?TraitID=2&GMTrait=Glyphosate%20herbicide%20tolerance> (Consultado en junio de 2020)
- ²¹⁵ BCH. Modified Organism MON-Ø4Ø32-6 - Roundup Ready™ soybean. Disponible en: <http://bch.cbd.int/database/record.shtml?documentid=14796> (Consultado en junio de 2020).
- ²¹⁶ FAO/OMS. (2021). Acerca del Codex Alimentarius. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>
- ²¹⁷ Codex Alimentarius. (2021). LMR de plaguicidas. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/es/?p_id=158
- ²¹⁸ González-Ortega, E., Piñeyro-Nelson A., Gómez-Hernández, E., Monterrubio-Vázquez E., Arleo, M., Dávila-Velderrain J., Martínez-Debat, C., m Álvarez-Buylla, E. (2017). Pervasive presence of transgenes and glyphosate in maize-derived food in Mexico, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, DOI: 10.1080/21683565.2017.1372841
- ²¹⁹ DOF. (2009). NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009
- ²²⁰ DOF. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5160755&fecha=27/09/2010
- ²²¹ DOF. (2012). NORMA Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-2012, Productos y servicios. Fórmulas para lactantes, de continuación y para necesidades especiales de nutrición. Alimentos y bebidas no alcohólicas para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Etiquetado y métodos de prueba (Continúa en la Quinta Sección). http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267447&fecha=10/09/2012
- ²²² DOF. (1997). NORMA Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4901457&fecha=21/11/1997
- ²²³ DOF. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010
- ²²⁴ COFEPRIS. (2019). Límites máximos de residuos y evaluación de riesgo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/455579/3_LIMITES_M_XIMOS_DE_RESIDUOS_Y_EVALUACION_DE_RIESGO.pptx.pdf
- ²²⁵ Krüger. M. et al. (2014). Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. *Environ Anal Toxicol* 2014, 4:2. https://pdfs.semanticscholar.org/5083/d5b7c44da5fc679cc7084c5d7c9ac75cd1.pdf?_ga=2.255660168.1490373892.161411974.0-866221542.1614119740
- ²²⁶ 2017. Schnabel, K., Schmitz, R., von Soosten, D., Frahm, J., Kersten, S., Meyer, U., ... & Dänicke, S. Effects of glyphosate residues and different concentrate feed proportions on performance, energy metabolism and health characteristics in lactating dairy cows. *Archives of animal nutrition*, 71(6), 413-427. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1745039X.2017.1391487>
- ²²⁷ Krüger. M. et al. (2013). Field Investigations of Glyphosate in Urine of Danish Dairy Cows. *Environ Anal Toxicol* 2013, 3:5. <http://dx.doi.org/10.4172/2161-0525.1000186>
- ²²⁸ Jarrell, Z. R., Ahammad, M. U., & Benson, A. P. (2020). Glyphosate-based herbicide formulations and reproductive toxicity in animals. *Veterinary and Animal Science*, 100126. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451943X20300399>
- ²²⁹ Schrödl. W. et al. (2014). Possible Effects of Glyphosate on Mucorales Abundance in the Rumen of Dairy Cows in Germany. *Curr Microbiol* (2014) 69:817-823. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00284-014-0656-y>





- ²³⁰ Gillam, C. (2017). FDA Tests Confirm Oatmeal, Baby Foods Contain Residues of Monsanto Weed Killer Hoffpost. https://www.huffpost.com/entry/fda-tests-confirm-oatmeal_b_12252824
- ²³¹ Monsanto. (2016). Preharvest Staging guide. <https://usrtk.org/wp-content/uploads/2016/09/Monsanto-application-guide-for-preharvest.pdf>
- ²³² LEISA. (s.f.). Glifosato presente en trigo, la avena y frijoles. <http://www.leisa-al.org/web/index.php/lasnoticias/alimentacion-saludable/1391-glifosato-presente-en-trigo-la-avena-y-frijoles>
- ²³³ EWG. (2018). New round of EWG testing finds glyphosate in kids' breakfast foods from quaker oats, General Mills. <https://www.ewg.org/childrenshealth/22275/new-round-ewg-testing-finds-glyphosate-kids-breakfast-foods-quaker-oats>
- ²³⁴ EWG. (2021). Shopper's Guide to Pesticides in Produce <https://www.ewg.org/foodnews/summary.php>
- ²³⁵ Clapp, J. (2021). Explaining Growing Glyphosate Use: The Political Economy of Hebicide-Dependent Agriculture. *Global Environmental Change*, Volume 67, 2021, 102239 <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102239>
- ²³⁶ Catacora-Vargas, G. (2013). Consideraciones socio-económicas en los procesos de toma de decisiones sobre organismos genéticamente modificados. *Informe de Bioseguridad*. TWN.
- ²³⁷ Gómez M. (2017). Implicaciones ambientales y sociales de las fumigaciones aéreas con glifosato en Colombia: el ejemplo de la Sierra Nevada de Santa Marta. Tesis de grado: p. 71.
- ²³⁸ Rivera de la Rosa, A. R., y Ortiz Pech, R. (2017). *Op. cit.*
- ²³⁹ Vandame, R. *op. cit.*
- ²⁴⁰ Polanco-Rodríguez, A. G., Magaña Castro, T. V., Cetz Luit, J., y Quintal López, R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72-83.
- ²⁴¹ Villanueva Gutiérrez, R., Echazarreta-González, C., Roubik, D.W., y Moguel-Ordóñez, Y.B. (2014). Transgenic soybean pollen (*Glycine max L.*) in honey from the Yucatán peninsula, Mexico, *Scientific Reports*, 4: 4022. Doi: 10.1038/srep04022
- ²⁴² Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5566708&fecha=29/07/2019
- ²⁴³ Boedeker, W., Watts, M., Clausing, P., & Marquez, E. (2020). The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. *BMC public health*, 20(1), 1-19.
- ²⁴⁴ Sierra-Díaz, E., Celis-de la Rosa, A.J., Lozano-Kasten, F., Trasande, L., Peregrina-Lucano, A.A., Sandoval-Pinto, E. y Gonzalez-Chavez H. (2019). Urinary Pesticide Levels in Children and Adolescents Residing in Two Agricultural Communities in Mexico. *Int J Environ Res Public Health* 5;16(4).
- ²⁴⁵ Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). 2020. GLIFOSATO. ACTUALIZACIÓN 2020. Disponible en <https://www.gob.mx/cofepris/es/articulos/glifosato-actualizacion-2020?idiom=es>

