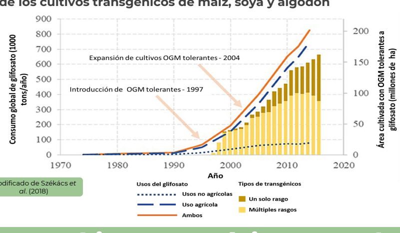
GOBIERNO DE MÉXICO   CONACYT

LA INDISOLUBLE RELACIÓN DEL GLIFOSATO CON LOS TRANSGÉNICOS

El glifosato fue introducido al mercado en 1974 por la empresa Monsanto Co. Su uso se incrementó exponencialmente en 1996 a partir de la introducción de los cultivos transgénicos de maíz, soya y algodón



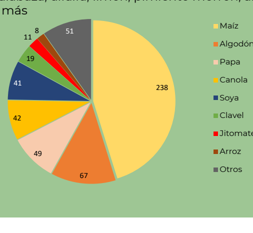
Modificado de Székács *et al.* (2018)

Actualmente, cerca de 50% del uso global de glifosato se destina al cultivo de transgénicos, Más de 20 países producen este herbicida en el mundo

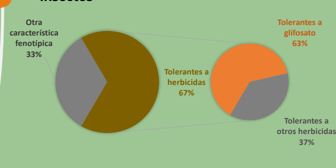
En 2015 la Organización Mundial de la Salud clasificó al glifosato como probable carcinógeno para humanos

Cultivos transgénicos con tolerancia al glifosato en el mundo

A nivel mundial hay **526 registros de eventos transgénicos**. Destacan: **maíz (45%), algodón (12.7%), papa (9.3%), canola 88.8%) y soya (7.8%)**. Además hay transgénicos de otras especies como: jitomate, frijol, calabaza, alfalfa, limón, pimiento morrón, arroz, trigo y más



Cada evento es una **modificación genética**. Principalmente, hay dos tipos: los **tolerantes a herbicidas** (como el glifosato) y los **resistentes a insectos**

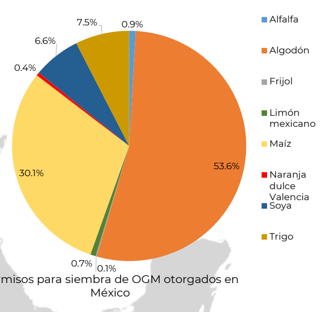


La mayor proporción de cultivos transgénicos son tolerantes al glifosato, lo que significa que no mueren al aplicarles este herbicida

Cultivos transgénicos con tolerancia al glifosato en México

En nuestro país, las licencias para realizar actividades con organismos genéticamente modificados (OGM) se dividen en tres:

- **Permisos para la liberación al ambiente**
- **Autorizaciones para la importación y comercialización para uso o consumo humano y animal**
- **Avisos de utilización confinada para fines de investigación y uso industrial**

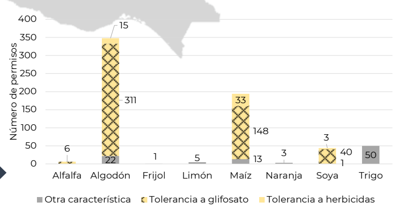


Permisos para siembra de OGM otorgados en México

Desde 2005 a la fecha, se han otorgado **651 permisos** para la siembra de cultivos GM. Los tres cultivos con el mayor número de permisos son el **algodón, el maíz, el trigo y la soya**

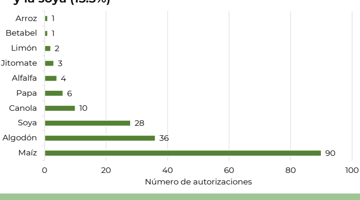
53.6% 30.1% 7.5% 6.6%

El 77.6% de los permisos son para cultivos tolerantes al glifosato

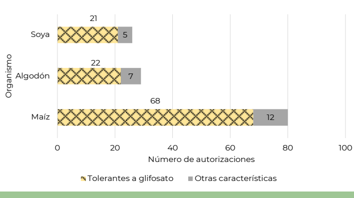


En México no hay cifras precisas sobre el volumen de plaguicidas aplicados, pero hay reportes que indican que el glifosato se utiliza en la agricultura industrial en cantidades de 1.5 a 4.3 kg/ha

En cuanto a las autorizaciones, de 1995 a 2018 se otorgaron **181**, con vigencia indeterminada. **Cerca de la mitad (49.7%)** de las autorizaciones **son para transgénicos de maíz, seguidos por el algodón (19.8%) y la soya (15.5%)**

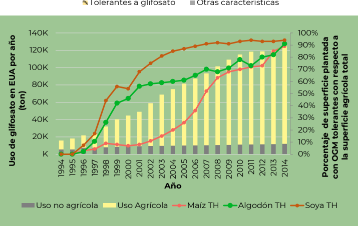


El 67.4% las autorizaciones son para transgénicos tolerantes a glifosato (83.4% son tolerantes a varios herbicidas, incluyendo dicamba y 2,4-D); **de maíz, 90% son eventos con tolerancia a glifosato, 80% en el caso del algodón y 93% en el de soya**



La mayor proporción de las importaciones de maíz, algodón y soya de nuestro país proviene de Estados Unidos

En el caso del maíz, **México importa principalmente maíz amarillo, producto en el que no es autosuficiente, por lo que casi su totalidad proviene de EE. UU. (95%);** las importaciones de maíz amarillo en 2018/2019 fueron de 15,582 millones de toneladas



En EUA se ha utilizado **19% del volumen global del glifosato,** y **cerca de 90% de su superficie agrícola de maíz, soya y algodón son transgénicos** tolerantes a herbicidas

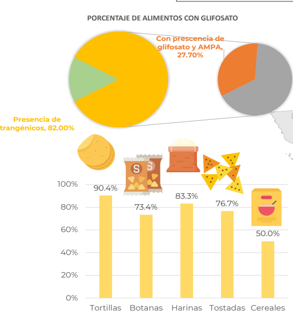
Exposición humana al glifosato y presencia de transgénicos en México

La exposición humana al glifosato es sumamente frecuente y ocurre de manera cotidiana en poblaciones rurales y urbanas. Existen dos tipos de **exposición**: **ocupacional y no ocupacional**

No ocupacional
- Por contacto al herbicida
- Por consumo productos con residuos del herbicida (alimentos y bebidas, o materiales de curación)

Ocupacional
- Agricultores, sus familias y comunidades cerca de los campos
- Jardineros
- Personal de mantenimiento de infraestructura en carreteras y ciudades

Se ha detectado glifosato **en fluidos (leche materna, sangre y orina) de agricultores y sus familias** a nivel mundial y en México, particularmente en **infantes, adolescentes y adultos** de comunidades de Campeche, Yucatán y Jalisco



En cuanto a los OGMs, varios estudios demuestran la **presencia de secuencias transgénicas en maíces y algodones nativos**, cultivos originarios de nuestro país. Además se ha probado la **presencia de transgénicos y glifosato en alimentos hechos a base de maíz** en nuestro país

En 2018 se publicó un informe sobre el monitoreo de la presencia de secuencias transgénicas en cultivos de maíz en **Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Veracruz y Ciudad de México**. Se analizaron 1,580 muestras de variedades de maíz nativo y se **detectó la presencia de transgenes en 8% de las muestras**

Se ha detectado glifosato en la **orina de infantes, adolescentes y adultos** de comunidades de Campeche, Yucatán y Jalisco

Impactos sobre la salud y el ambiente por la exposición al glifosato y el consumo de transgénicos

Tanto la toxicidad aguda como crónica del glifosato están ampliamente documentadas, así como los daños a la salud y las afectaciones al ambiente provocados por el uso del este herbicida, y la siembra y consumo de transgénicos

Toxicidad: Depende de la dosis, el tiempo de exposición y de los otros compuestos que contenga el herbicida, afecta la salud y el ambiente

Aguda: Por casos de envenenamiento por ingesta voluntaria o involuntaria (p.e., cuando se asperja mediante avionetas)

Crónica: Exposición por tiempos prolongados (por estar en contacto con el herbicida de manera ocupacional o no ocupacional)

Glifosato

Daños a la salud

- Dolores de cabeza frecuentes, fatiga, ansiedad, irritación de mucosas y piel, alergias en personas que están expuestas ocupacionalmente
- En ambientes acuosos, causa irritación ocular y penetra en las membranas celulares lo que causa alteraciones. También se han registrado daños en distintos órganos y sistemas
- Relacionado con el desarrollo de enfermedades metabólicas y neurológicas. Además, actúa como disruptor endócrino y agente causante de serios desordenes en el sistema reproductivo
- Potencial genotóxico, desarrollo de cáncer de distintos tipos (leucemia, melanoma, mieloma múltiple, linfoma no Hodgkin, así como cavidad oral, próstata, tiroides, colon, pulmón, recto, páncreas, riñón, vejiga y próstata)
- Produce estrés oxidativo, que a su vez se relaciona con el desarrollo de varias enfermedades crónico degenerativas

Afectaciones ambientales y los agrosistemas

- Glifosato, AMPA y POEA son contaminantes ambientales muy extendidos en los suelos, sedimentos y ecosistemas microbianos, cuerpos de agua (superficiales y subterráneos), incluso en agua potable, ambientes marinos, entornos urbanos, periurbanos y agrícolas
- Daños en especies acuáticas y alteración de los ecosistemas marinos y de agua dulce
- Inhibición de microorganismos benéficos para el suelo, así como para la microbiota intestinal
- Efectos directos e indirectos en las poblaciones de insectos benéficos con su consecuente decremento poblacional
- Proliferación de las llamadas "malezas agresivas"

Transgénicos

Daños a la salud

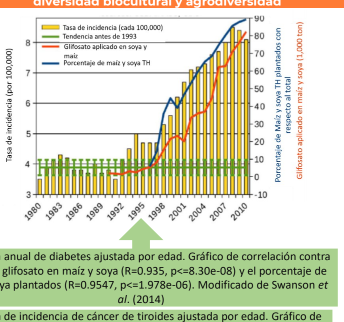
- Las toxinas con acción insecticida que se expresan en los cultivos transgénicos Bt pueden afectar las mucosas humanas al ser altamente inmunogénicas
- Los péptidos de las proteínas transgénicas pueden ser reconocidos por el sistema inmune y desencadenar reacciones alérgicas
- La expresión de proteínas exógenas en los organismos está asociada al estrés oxidativo
- El evento de maíz tolerante al glifosato NK603 es el más diseminado internacionalmente y produce mayores cantidades de moléculas que actúan como radicales libres y promueven el estrés oxidativo
- Los maíces transgénicos tienen menor contenido de proteínas y menor calidad nutricional, en comparación con los maíces nativos e incluso los híbridos

Afectaciones ambientales y los agrosistemas

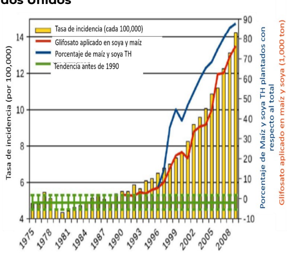
- Existen registros de contaminación transgénica en cultivos nativos y en especies silvestres
- El cultivo de transgénicos tolerantes a herbicidas ha provocado un aumento exponencial en las dosis aplicadas de pesticidas tóxicos, por ejemplo, el glifosato y más recientemente dicamba y 2,4-D
- Los cultivos Bt han provocado la generación de "súper plagas", lo que provoca que los agricultores gasten más en pesticidas
- Disminución y eliminación de recursos florales de importancia melífera, alteraciones en la salud y las tasas de mortalidad de las abejas, disminución de la diversidad de abejas nativas y otros polinizadores, y presencia de polen transgénico en la miel
- El maíz GM no ofrece ninguna ventaja para los campesinos ni para los pueblos originarios del país, afecta sus actividades productivas y promueve la pérdida de diversidad biocultural y agrodiversidad

Correlación de enfermedades con el uso masivo de glifosato y transgénicos en la agricultura

Se ha demostrado que hay una **correlación entre el aumento de más de 20 enfermedades** (oncológicas, endócrinas, metabólicas y neurodegenerativas, así como trastornos sistémicos) **y el incremento del uso agrícola del glifosato y del área plantada con soya y maíz transgénicos en Estados Unidos**



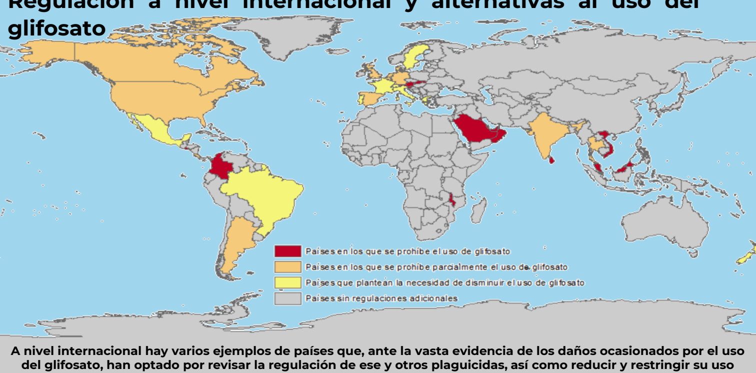
Incidencia anual de diabetes ajustada por edad. Gráfico de correlación contra el uso de glifosato en maíz y soya (R=0.935, p<=8.30e-08) y el porcentaje de maíz y soya plantados (R=0.9547, p<=1.978e-06). Modificado de Swanson *et al.* (2014)



Tasa de incidencia de cáncer de tiroides ajustada por edad. Gráfico de correlación contra uso de glifosato en maíz y soya (R=0.988, p<=7.612e-09) y el porcentaje de maíz y soya plantados (R=0.9377, p<=2.152e-05). Modificado de Swanson *et al.* (2014)

El desarrollo de esos padecimientos es complejo y multifactorial, pero la vasta evidencia científica acumulada aporta elementos que apuntan a todos los perniciosos efectos del glifosato sobre la salud y cómo estos, a su vez, están íntimamente relacionados con el desarrollo de un gran número de enfermedades y padecimientos

Regulación a nivel internacional y alternativas al uso del glifosato



A nivel internacional hay varios ejemplos de países que, ante la vasta evidencia de los daños ocasionados por el uso del glifosato, han optado por revisar la regulación de ese y otros plaguicidas, así como reducir y restringir su uso

Es claro que un proceso escalonado, pero rápido (4 años), para prescindir del glifosato debe ofrecer alternativas, con el propósito de que **el sistema agroalimentario mexicano sea sostenible en términos sociales, ambientales, económicos y culturales**, sin comprometer la salud y el bienestar de la población mexicana actual y futura

Ante el cambio de modelo agroalimentario que el bienestar humano y el equilibrio ecológico demandan, no se puede pensar únicamente en sustituir al glifosato por otros agroquímicos

Pueden plantearse ejes y un conjunto de estrategias con aproximaciones inter y transdisciplinarias, en un proceso de toma de decisiones en el que se incluyan todos los actores involucrados para migrar a la consolidación de sistemas agroalimentarios libres de glifosato y de cultivos GM

Colaboración entre el sector público, los empresarios agrícolas, los productores de pequeña y mediana escala, y el resto de la comunidad de HCTI

- Utilización de semillas nativas o mejoradas por métodos convencionales, adaptadas a las regiones agronómicas del país, según las condiciones culturales, sociales y económicas
- Implementación de un Manejo Integrado para el control de arvenses
- Diseño y ejecución de políticas públicas a partir de evidencias científicas rigurosas, bajo la aplicación efectiva el principio precautorio
- Masificación de sistemas agroalimentarios nutritivos, sanos, justos, culturalmente adecuados y sustentables

Controlar las arvenses requiere combinar creativamente diferentes prácticas de manejo que depende del tipo y extensión del cultivo y de la región del país de que se trate

Regiones con sistemas de producción de monocultivos: Uso intensivo de insumos, maquinaria y energía; más propensas al desarrollo de plagas, mayor dependencia de agroquímico. Mayor dificultad al aplicar otras técnicas de control

Regiones con sistemas de agricultura campesina y de autoabasto: Mayor diversidad genética, favorecen el manejo cultural de plagas. Aunque en menor medida, emplean algunos plaguicidas

Las llamadas "malas yerbas", definidas como plagas, son en realidad plantas arvenses que funcionalmente tienen diversos usos

Control químico: Mezclar y rotar herbicidas de síntesis química con baja toxicidad y diferentes mecanismos de acción (p.e., sulfonilureas)

Control biológico: Utilizar sustancias como ácidos orgánicos y otros derivados vegetales; Introducir fitopatógenos especializados

Control cultural: Rotar cultivos; Siembras sucesivas de distintos cultivos; Policultivos; Fertilizantes nitrogenados en presiembra; Limpieza de equipos mecánicos; Semillas de calidad; Coberturas vegetales

Control físico: Deshierbe manual; Deshierbe mecánico

Ninguna práctica es eficaz al usarse por separado

En un proceso de transición, es importante ordenarlas desde las que menos modifican las prácticas de la agricultura industrial hasta las que más las modifican

Una adecuada combinación puede evitar supuestas pérdidas de rentabilidad del proceso productivo

Es apremiante la aplicación efectiva del principio precautorio en las políticas públicas para la regulación de los plaguicidas, así como en materia de bioseguridad de maíz GM y de otros OGM

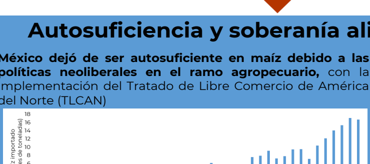
Se trata de una obligación del Estado que debe cumplirse a cabalidad y sin vacilaciones

Se requiere investigar los efectos de la sustitución de los productos hechos a base de maíces nativos por productos que contienen maíces híbridos y transgénicos

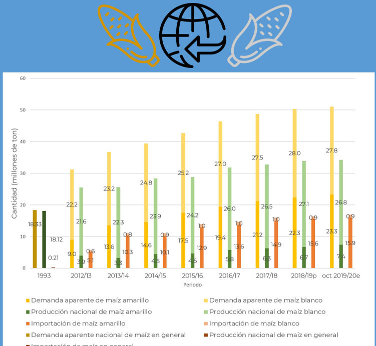
1. Reducir la dosis de glifosato y aplicarlo más eficientemente
2. Usar herbicidas sintéticos menos tóxicos, y alternarlos para reducir la resistencia por adaptación a un producto. Usar herbicidas "caseros" no patentados.
3. Evitar introducir propágulos de arvenses al predio y región con las semillas a cultivar y los aperos de trabajo.
4. Aplicar densamente sobre el suelo esquilmos agrícolas como coberturas que dificultan la emergencia de arvenses.
5. Elevar la densidad del monocultivo y adelantar fecha de siembra para que el cultivo excluya competitivamente a las arvenses.
6. Rotar monocultivos para obstruir en el predio la selección creciente de arvenses que dominan competitivamente al cultivo.
7. Cultivar densamente en relevo coberturas vivas de leguminosas rastreras que dificultan la emergencia de arvenses y las excluyen competitivamente.
8. Deshierbar con maquinaria ligera multisurco, unisurco y portátil en la fase temprana del cultivo.
9. Asociar un segundo cultivo cosechable anual o perenne que suprima a las arvenses sin suprimir al primero. Puede elevar el rendimiento conjunto hasta en 30%.
10. Deshierbar con machete y azadón. Fuente de empleo abundante.

Autosuficiencia y soberanía alimentaria, con énfasis en maíz

México dejó de ser autosuficiente en maíz debido a las políticas neoliberales en el ramo agropecuario, con la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)



Importaciones de maíz en México



Oferta y demanda de maíz en México

México es autosuficiente en maíces blancos (híbridos y nativos), así como en los de otros colores (variedades nativas) destinados principalmente al consumo humano y al autoconsumo

Pero, **se importan altos volúmenes de maíz amarillo transgénico** principalmente para consumo animal y para la industria almidonera, además del consumo humano

La tolerancia al glifosato y el herbicida en sí mismo no aumentan el rendimiento de los cultivos; por el contrario, los debilita y los hace vulnerables a las plagas

Los rendimientos de los cultivos transgénicos tolerantes al glifosato no son significativamente mayores que sus equivalentes no transgénicos

Rendimientos del maíz transgénico en los Estados Unidos y no transgénico en Europa del Este durante el periodo 1961-2010. Modificado de: Heinemann *et al.* (2013)

Las **tortillas de maíz nativo mexicano** son nutricionalmente superiores a las elaboradas con harina industrial de maíz híbrido, tienen **mayores contenidos de fibra, proteínas y antioxidantes** como antocianinas y ácidos fenólicos, también pueden ser menos diabetógenas y **no contienen glifosato o maíz transgénico**

Una alimentación sana, suficiente, de calidad y culturalmente adecuada en México debe incluir la recuperación del verdadero maíz –las variedades nativas de alta calidad– para la dieta de las familias mexicanas

Referencias

Las referencias empleadas en esta infografía y otros documentos de interés relacionados se encuentran disponibles en el documento titulado:

Expediente científico sobre el glifosato y los cultivos GM Conacyt, julio 2020