El uso de glifosato en México y su impacto ambiental

Dr. Enrique Rosales Robles
Asesor en Manejo de Malezas

Manejo integrado de malezas

Prevención + <u>Diversidad de prácticas</u> + Planeación

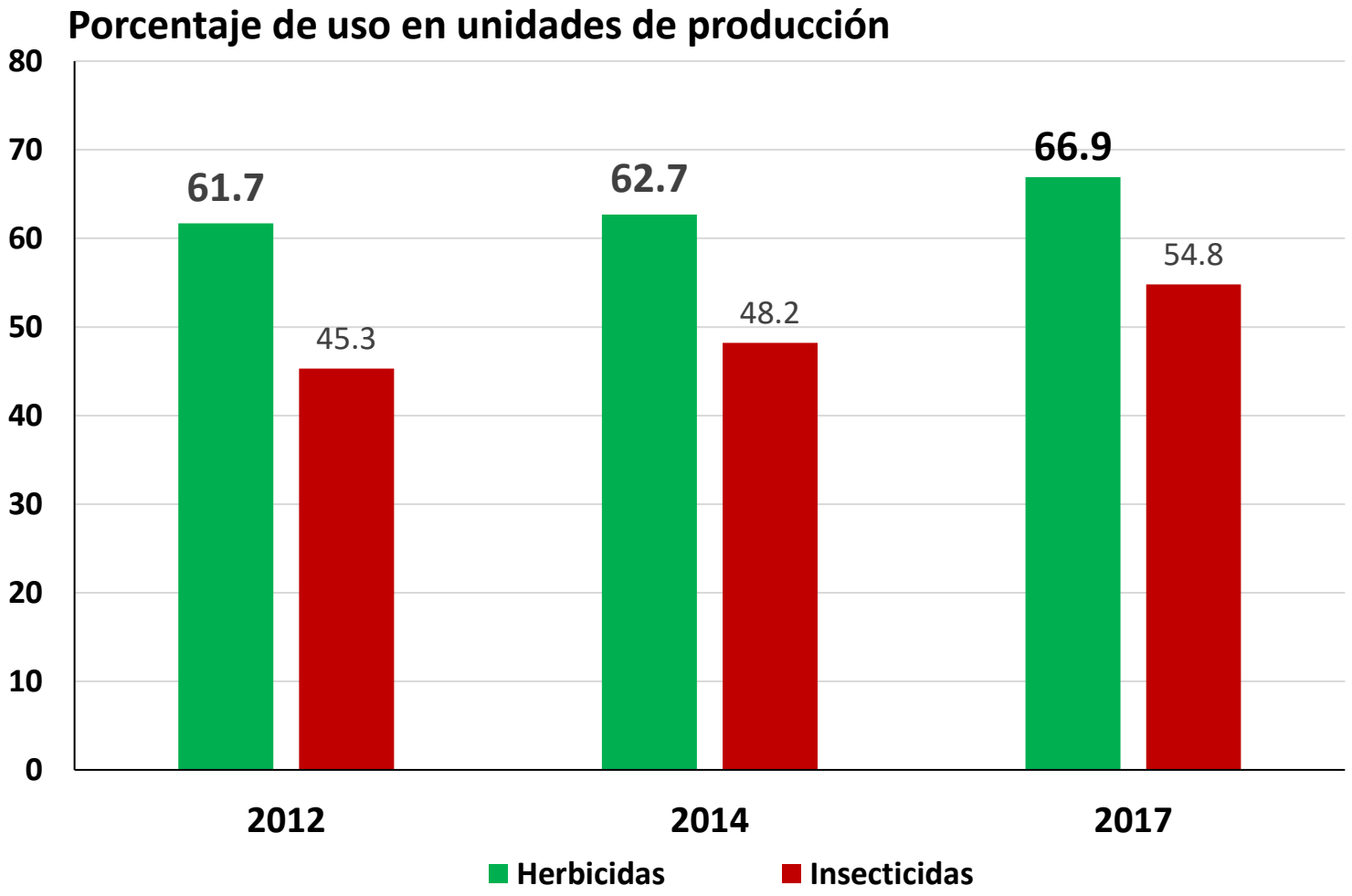
Biología y ecología de malezas

Reducción de daños ocasionados por malezas

Control oportuno de malezas

Reducción del banco de semillas en el suelo

Uso de herbicidas en la agricultura de México



INEGI ENA, 2017

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/ena2017_pres.pdf

Herbicidas en México

Clethodim	1
Clodinafop-propargil	1
Cyhalofop-n-butil	1
Fenoxaprop-p-etil	1
Fluazifop-p-butil	1
Haloxifop-r-metil	1
Pinoxaden	1
Profoxydim	1
Quizalofop-p-tefuril	1
Setoxidim	1
Tralkoxidim	1
Bispiribac-sodio	2
Flazasulfuron	2
Flucarbazone de sodio	2
Flumetsulam	2
Foramsulfuron	2
Halosulfuron metil	2
Imazamox	2
Imazapic	2
Imazapir	2
Imazethapyr	2
Iodosulfuron metil sodio	2
Mesosulfuron metil	2
Metsulfuron metil	2
Nicosulfuron	2
Prosulfuron	2
Pyroxsulam	2
Rimsulfuron	2
Thiencarbazone metil	2
Thifensulfuron metil	2
Triasulfuron	2
Trifloxysulfuron	2
Tritosulfuron	2

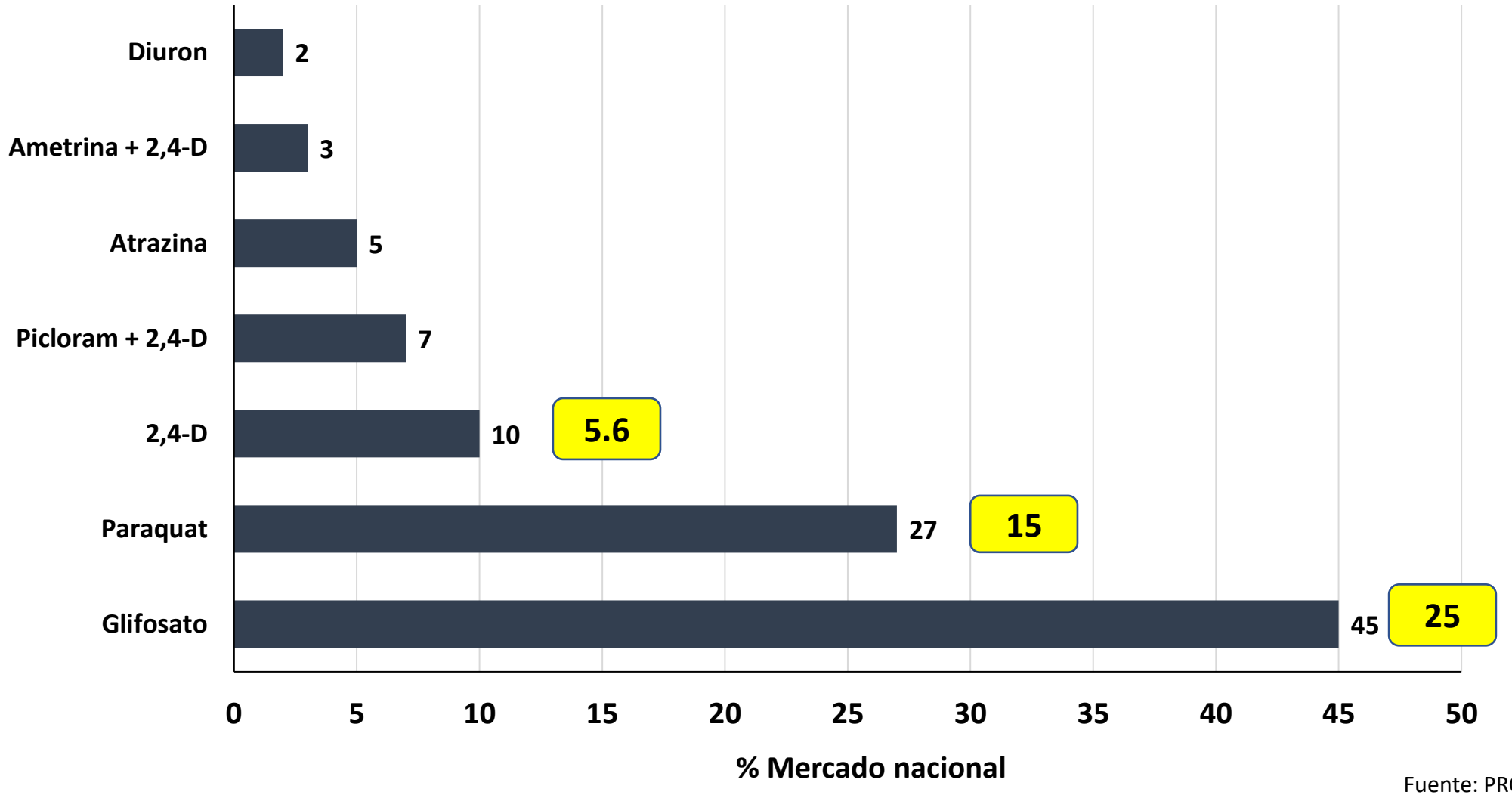
Clortal-dimetil	3
Etalfluralina	3
Pendimetalina	3
Trifluralina	3
2,4-D	4
Aminopyralid	4
Clopyralid	4
Dicamba	4
Fluroxipir meptil	4
Halauxifen	4
Picloram	4
Triclopyr	4
Ametrina	5
Amicarbazone	5
Atrazina	5
Bromacil	5
Hexazinona	5
Metribuzina	5
Prometrina	5
Simazina	5
Terbutrina	5
Diuron	5
Linuron	5
Propanil	5
Tebuthiuron	5
Bentazona	6
Glifosato	9
Glufosinato de amonio	10
Clomazone	13

Carfentrazone etil	14
Flumioxazin	14
Fluthiacet metil	14
Fomesafen	14
Oxifluorfen	14
Saflufenacil	14
Sulfentrazone	14
Acetoclor	15
Alaclor	15
Dimetenamida	15
Petoxamida	15
Propisoclor	15
Pyroxasulfone	15
S-metolaclor	15
Diquat	22
Paraquat	22
Isoxaflutole	27
Mesotrione	27
Tembotrione	27
Tolpyralate	27
Topramezone	27
Indaziflam	29
MSMA	0
Bensulide	0

86 ingredientes activos
15 mecanismos de acción
>500 herbicidas comerciales

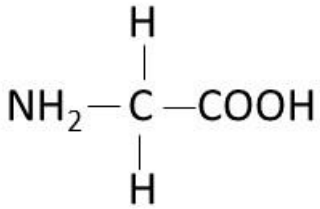
Principales herbicidas usados en México

Mercado nacional estimado en 56 millones de litros/kg en 2019

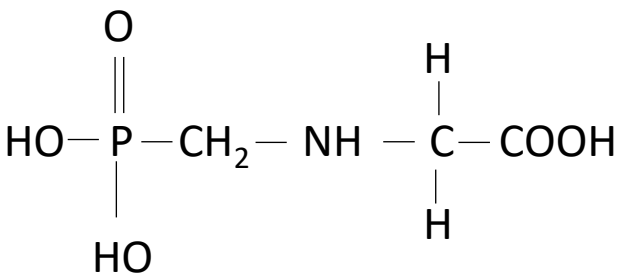


Fuente: PROCCYT/BAYER

Glifosato



Glicina



***N*-fosfonometil-glicina**

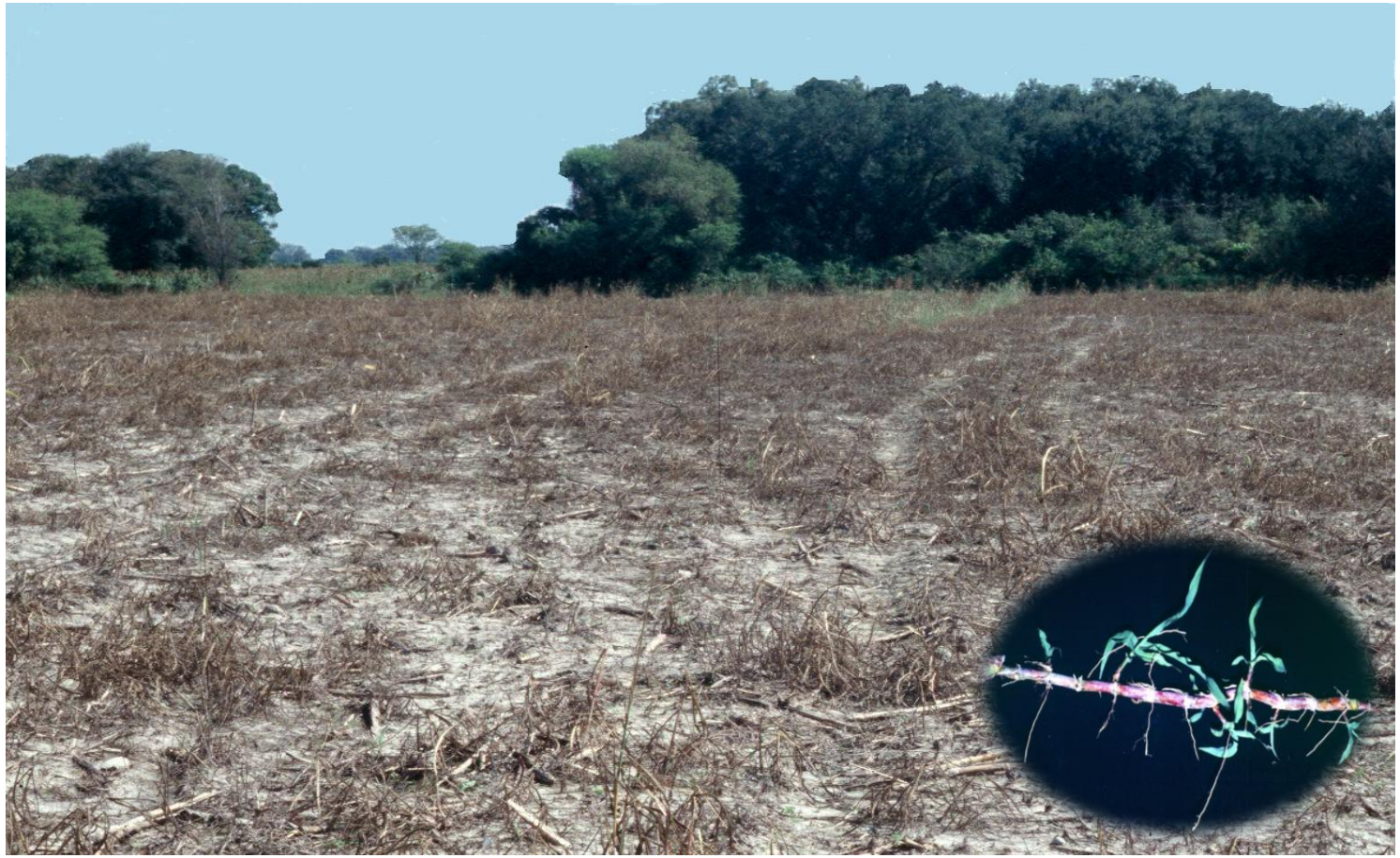
- *N*-fosfonometil glicina fue sintetizado por primera vez en 1950 por Dr. Henri Martin en la compañía farmacéutica Cilag en Suiza
- Monsanto lo adquiere en lo 60´s y el Dr. John Franz descubrió sus características herbicidas, se nombró glifosato y se registró como herbicida en 1971.
- En Estados Unidos se empezó a comercializar en 1974 y en México en 1977.
- Glifosato perdió su patente en Estados Unidos y México en 2000.

Mandula, 2010

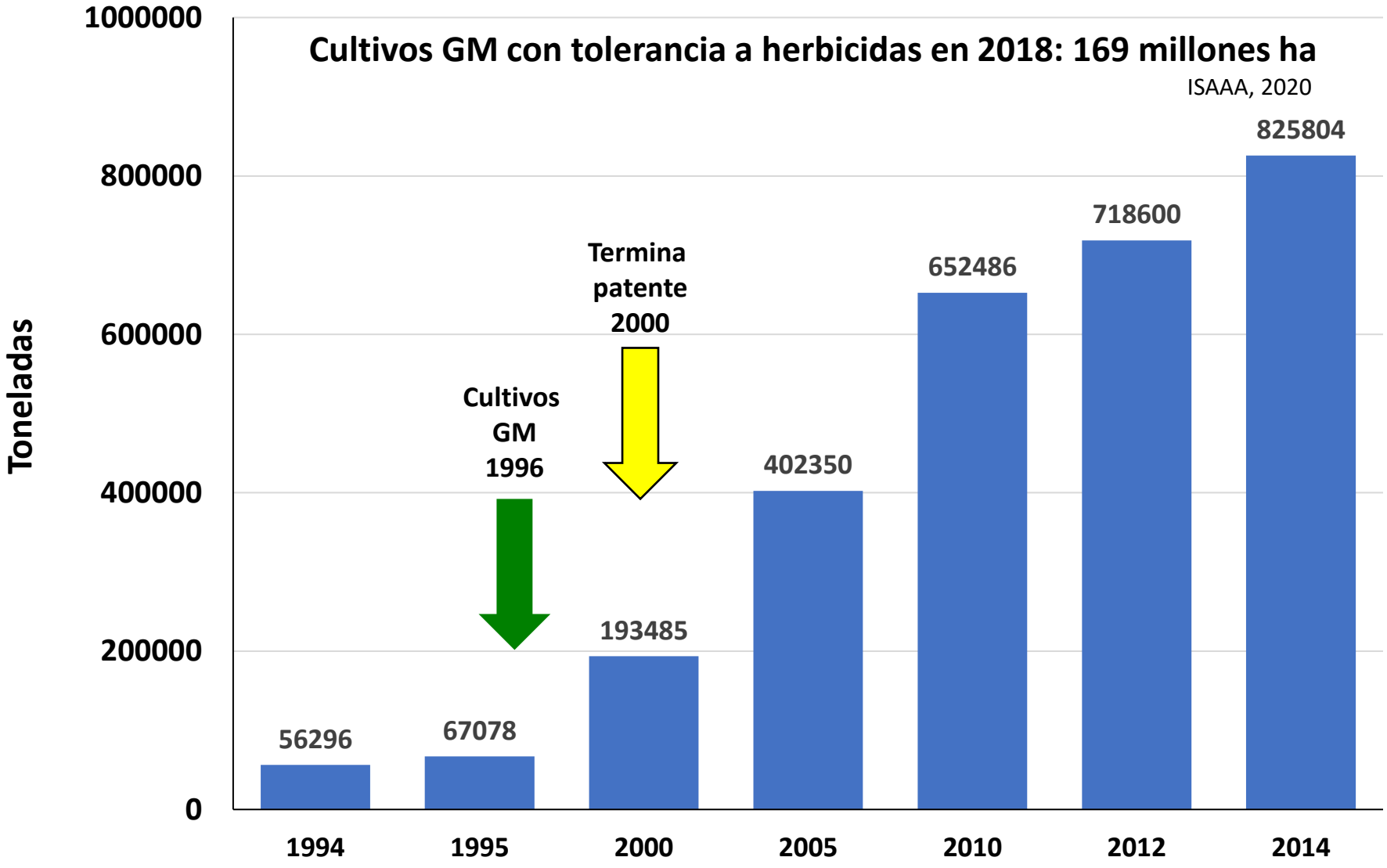
Glifosato

- Herbicida post-emergente no selectivo
- No deja residuos en el suelo que afecten a cultivos
- Es ***altamente sistémico***, por lo que puede controlar malezas anuales y malezas perennes con reproducción vegetativa

Control de zacate Johnson *Sorghum halepense* con glifosato en terreno sin cultivo



Mercado Mundial de Glifosato



https://www.statista.com/statistics/567250/glyphosate-use-worldwide/

Glifosato en México

- **147 registros vigentes en México en COFEPRIS (1 septiembre 2020)**
- **49 empresas con registros vigentes para glifosato técnico y herbicidas comerciales**
- **411 marcas de glifosato registradas en México en 82 cultivos**
- **Formulaciones comerciales como: sal isopropilamina; sal de potasio y sal monoamónica**
- **Costo: $100 a 160/L según presentación comercial**
- **Dosis de etiqueta: 2 a 6 L/ha según presentación y malezas a controlar**

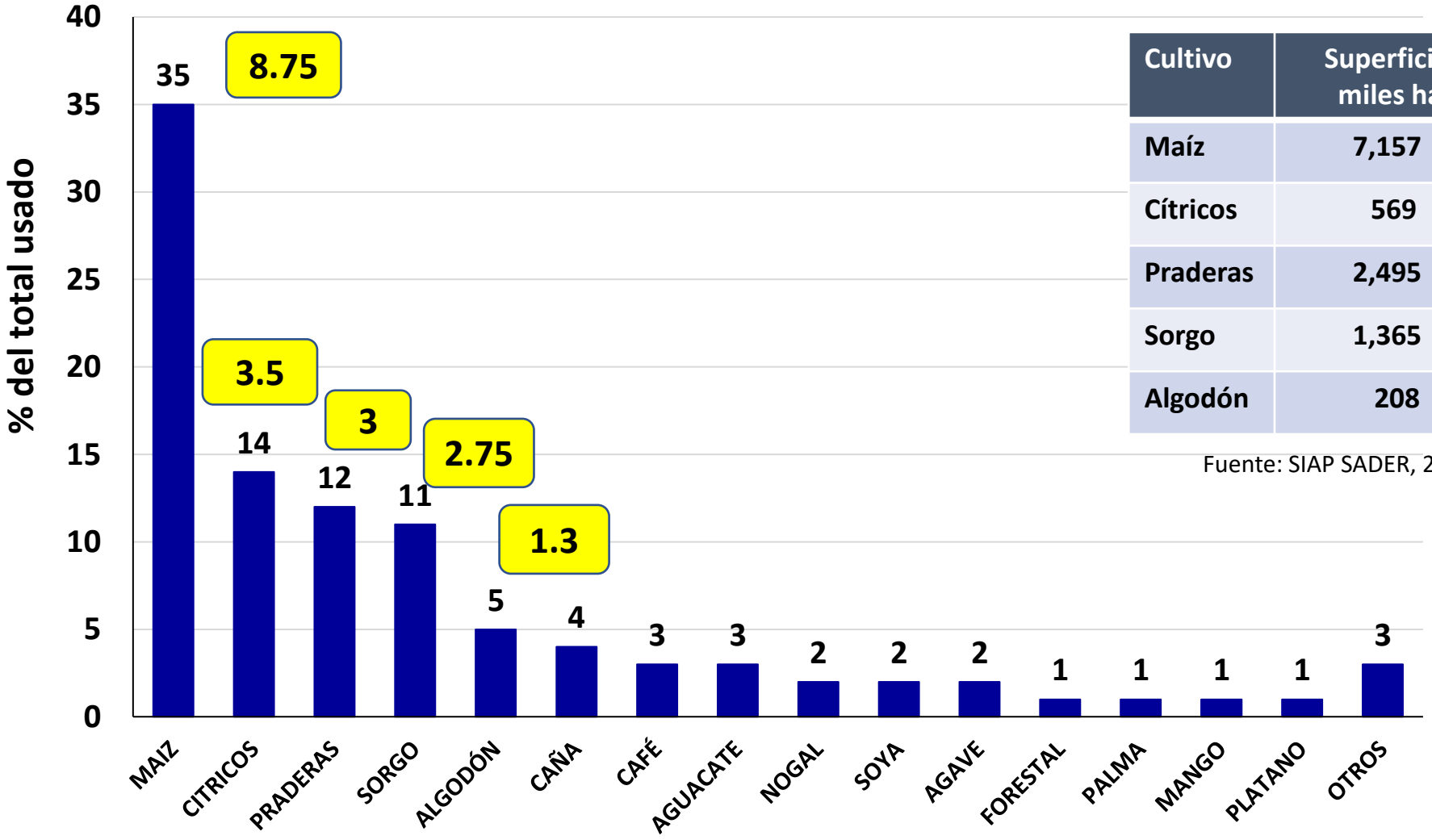
COFEPRIS http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp

Principales cultivos en que se usa glifosato en México

Mercado nacional de glifosato: alrededor de 25 millones de litros anuales

Importaciones en 2019: 21,147.6 ton

INECC, 2020



Cultivo	Superficie miles ha
Maíz	7,157
Cítricos	569
Praderas	2,495
Sorgo	1,365
Algodón	208

Fuente: SIAP SADER, 2019

Fuente: PROCCYT/BAYER

Algodón GM tolerante a glifosato

Control de zacates y hojas anchas anuales y perennes

Glifosato 3 L/ha (1.1 kg/ha)

Glifosato 4.4 L/ha (1.6 kg/ha)

Correhuela

Convolvulus arvensis

Rosales,2008

Manejo de algodón GM tolerante a glifosato en México

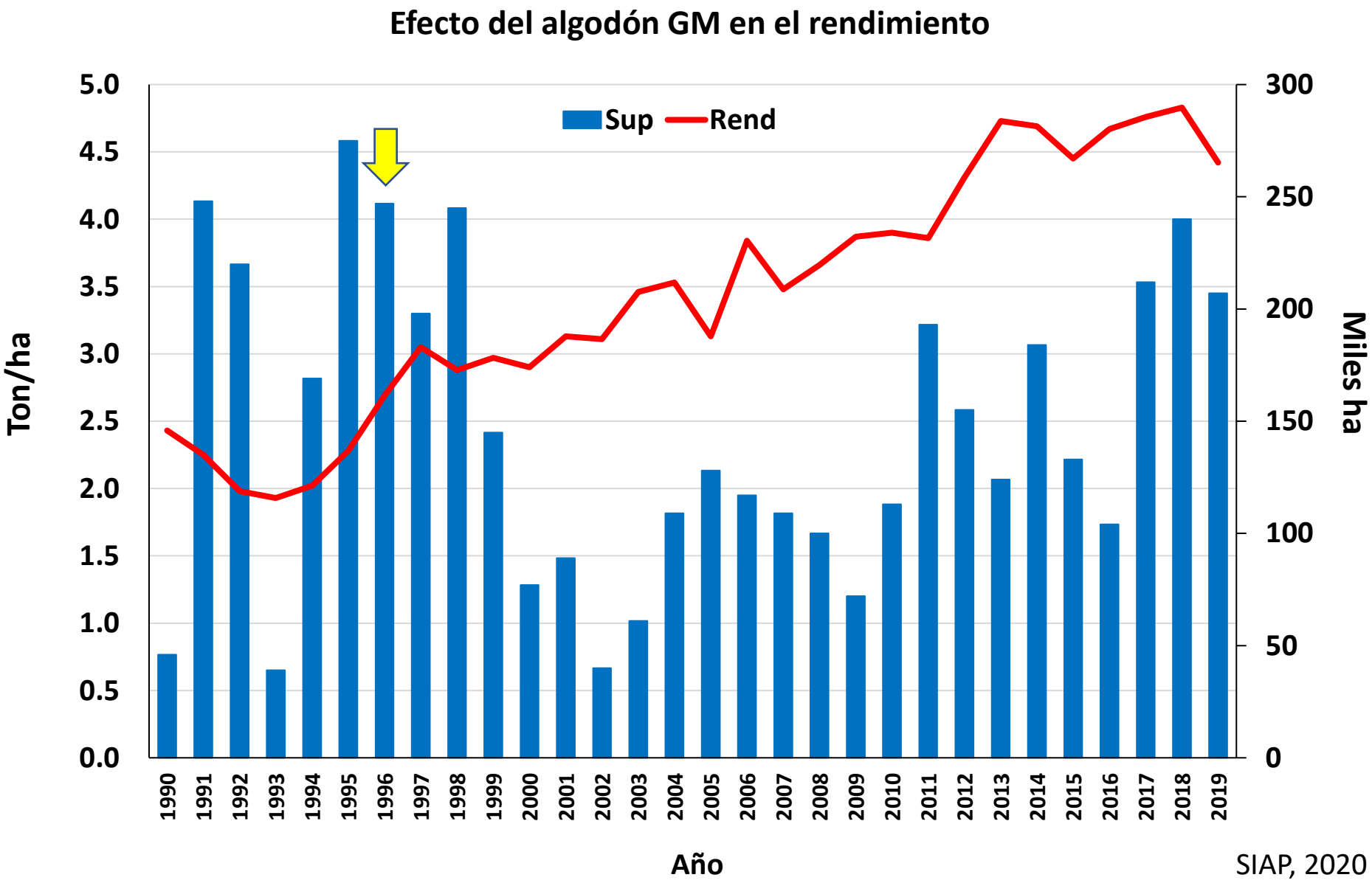
- 85% labranza convencional
- 91% escardas (promedio 2.1/ciclo)
- 2.1 aplicaciones de glifosato 4 L/ha por ciclo

Otros herbicidas:

PSI	16%
PRE	8%

Rosales,2013

Algodonero en México



SIAP, 2020

Herbicidas en algodón en México

Que pasaría si no se cuenta con glifosato?

PSI	Trifluralina Pendimetalina	Control de zacates anuales y malezas de hoja ancha de semilla pequeña como quelites
PRE	Acetoclor Metolaclor	
POST	Fluazifop Clethodim	Control de zacates anuales y perennes
POST DIR	MSMA Diuron Prometrina Oxifluorfen Carfentrazone	Control de escapes de zacates y hojas anchas anuales

Uso de algodón GM tolerante a dicamba, pues no hay otros herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en México

Deshierbes manuales: $800/ha

¿Sustitutos a glifosato?

Paraquat

Glufosinato de amonio

Carfentrazone

Herbicidas de contacto

Malezas <10 cm

Mayor cobertura de aspersión

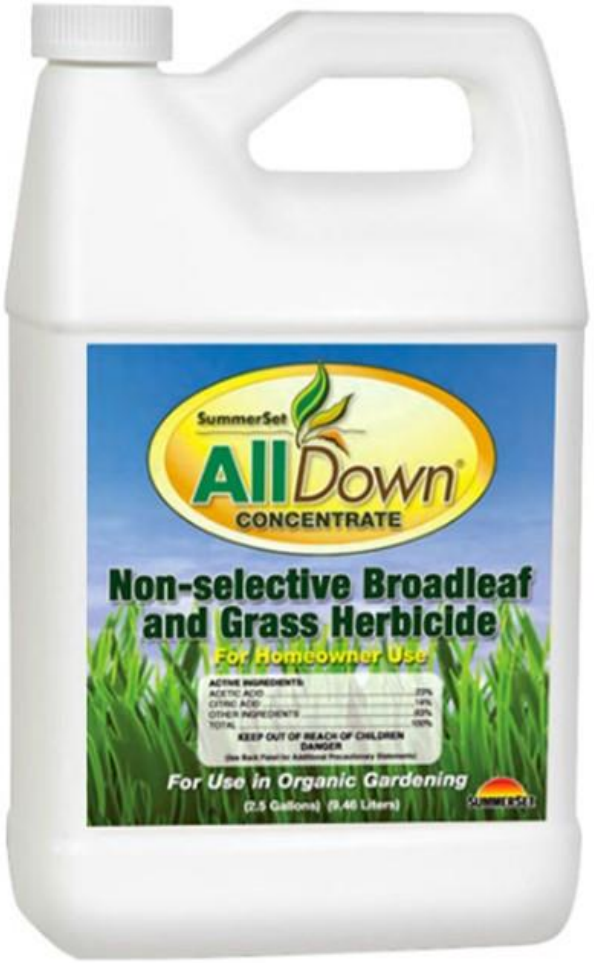
Sin control de malezas perennes

Glufosinato **Glifosato**

¿Vinagre como herbicida?

- Acción de contacto por el ácido acético sobre las hojas
- Control de malezas anuales pequeñas
- Sólo efectos temporales en malezas perennes
- Ácido acético es mas tóxico que glifosato:
- ***Acido acético:*** **DL_{50}** ***3310 mg/kg***

  http://www.labchem.com/tools/msds/msds/LC10100.pdf
- ***Glifosato:*** **DL_{50}** ***5600 mg/kg***
- Vinagre casero: 5% de ácido acético (AA)
- Mayor control de hojas anchas (94%) que de zacates (28%) con 20% AA Webber III, C. L. *et al*. 2018



https://www.planetnatural.com/product/vinegar-weed-killer/

Herbicidas orgánicos

Herbicida Agroecológico de contacto y amplio espectro UNA HERRAMIENTA ORGÁNICA PARA EL CONTROL DE MALEZAS

PRODUCTO
Herbicida

INGREDIENTE ACTIVO Y CONCENTRACIÓN
Aceite de Conífera 40.0%
Extracto de *Datura stramonium* 10.0%
Extracto de plantas alelopáticas 42.0%
Metabolitos de puccinia ssp 2.0%
Aceite de coco no hidrogenado 6.0%

https://agroplanetmexico.mx/wp-content/uploads/2020/06/Agroplanet_Mexico-ficha_tecnicaSEC_NATURAL200630.pdf

Es glifosato carcinógeno?

- En marzo 2015 el IARC (Agencia Internacional de Investigación en Cáncer) de la Organización Mundial de la Salud clasificó al glifosato en el grupo ***2A*** como ***probable carcinógeno***

- Evidencia ***limitada*** de carcinogenicidad a humanos y ***suficiente*** evidencia en animales en experimentos

- La IARC NO hace investigación solo revisa investigaciones realizadas y determina el estatus de una sustancia

- La IARC NO es la única organización que revisa y clasifica sustancias como *carcinógenos*, muchos países de primer mundo tienen organizaciones similares al IARC

Es glifosato carcinógeno?

Sistema de clasificación del IARC

Grupo 1:	Carcinógeno a humanos
Grupo 2A:	Probable carcinógeno a humanos
Grupo 2B:	Posible carcinógeno a humanos
Grupo 3:	No clasificable como carcinógeno a humanos
Grupo 4:	Probable no carcinógeno a humanos

Grupo 1 Carcinógeno a humanos

Suficiente evidencia de carcinogenicidad

- Aflatoxinas
- **Bebidas alcohólicas**
- **Exposición a radiación solar**
- **Humo de carbón**
- Exposición a polvo de cuero
- **Fumar tabaco**
- **Contaminación ambiental**
- Pinturas con benceno
- Asbestos
- **Carne procesada**

Grupo 2A Probable carcinógeno a humanos

Evidencia limitada en humanos y suficiente evidencia en animales de laboratorio

- Manufactura de vidrio
- Quemar madera
- Emisiones al freír comida a altas temperaturas
- DDT
- Diazinon
- **Glifosato**
- Malathion
- Exposición en trabajo como estilista o peluquero
- Beber bebidas calientes > 65C
- Consumo de carne roja
- Cambios en trabajo que afecten el ritmo circadiano

Que ha pasado después de la decisión de IARC en 2015?

Algunas agencias internacionales que no coinciden con IARC

EPA United States Environmental Protection Agency	USA	2017 2020
EPA United States Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs	USA	2017
Health Canada	Canada	2017 2019
World Health Organization / Food and Agriculture Organization of the United Nations	Global	2016
ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY	Europe	2017
efsa European Food Safety Authority	Europe	2015
anses agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail	France	2016 2019
BfR Bundesinstitut für Risikobewertung	Germany	2015
Federal Department of Home Affairs FDHA Federal Food Safety and Veterinary Office FSVO	Switzerland	2018
Australian Government Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority	Australia	2016
Environmental Protection Authority Te Mana Rauhī Taiao	New Zealand	2016
ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária	Brazil	2019
Food Safety Commission of Japan	Japan	2016
Rural Development Administration	Korea	2017

https://geneticliteracyproject.org/wp-content/uploads/2019/03/GlyphosateInfographic_GLP.pdf

Acceso público al proceso de renovación del registro de glifosato en Europa

https://glyphosate.eu/

Científicos independientes, periodistas y ONG´s están invitados a participar

- ✓ **Dossier entregado el 8 de junio 2020**
- ✓ 1,507 estudios, > 100 son nuevos
- ✓ Alrededor de 12,000 artículos publicados evaluados por su calidad, confiabilidad y relevancia
- ✓ ~ 180 artículos proporcionan datos relevantes para la evaluación de riesgo
- ✓ 181,911 páginas en total

GRG: Glyphosate Renewal Group

Albaugh Europe
Barclay Chemicals
Bayer
Ciech Sarzyna
Industrias Afrasa
Nufarm GMBH & Co,
Sinon Corporation
Syngenta

AGG: Assessment Glyphosate Group

Francia
Hungría
Holanda
Suecia

Es glifosato carcinógeno?

Riesgo = Peligro x Exposición

Probabilidad de que ocurra un daño

Potencial de causar un daño (propiedades intrínsecas)

Cuánto estamos expuestos a un compuesto

Red de Buenas Prácticas Agropecuarias, Argentina

Equipo de protección reduce la exposición

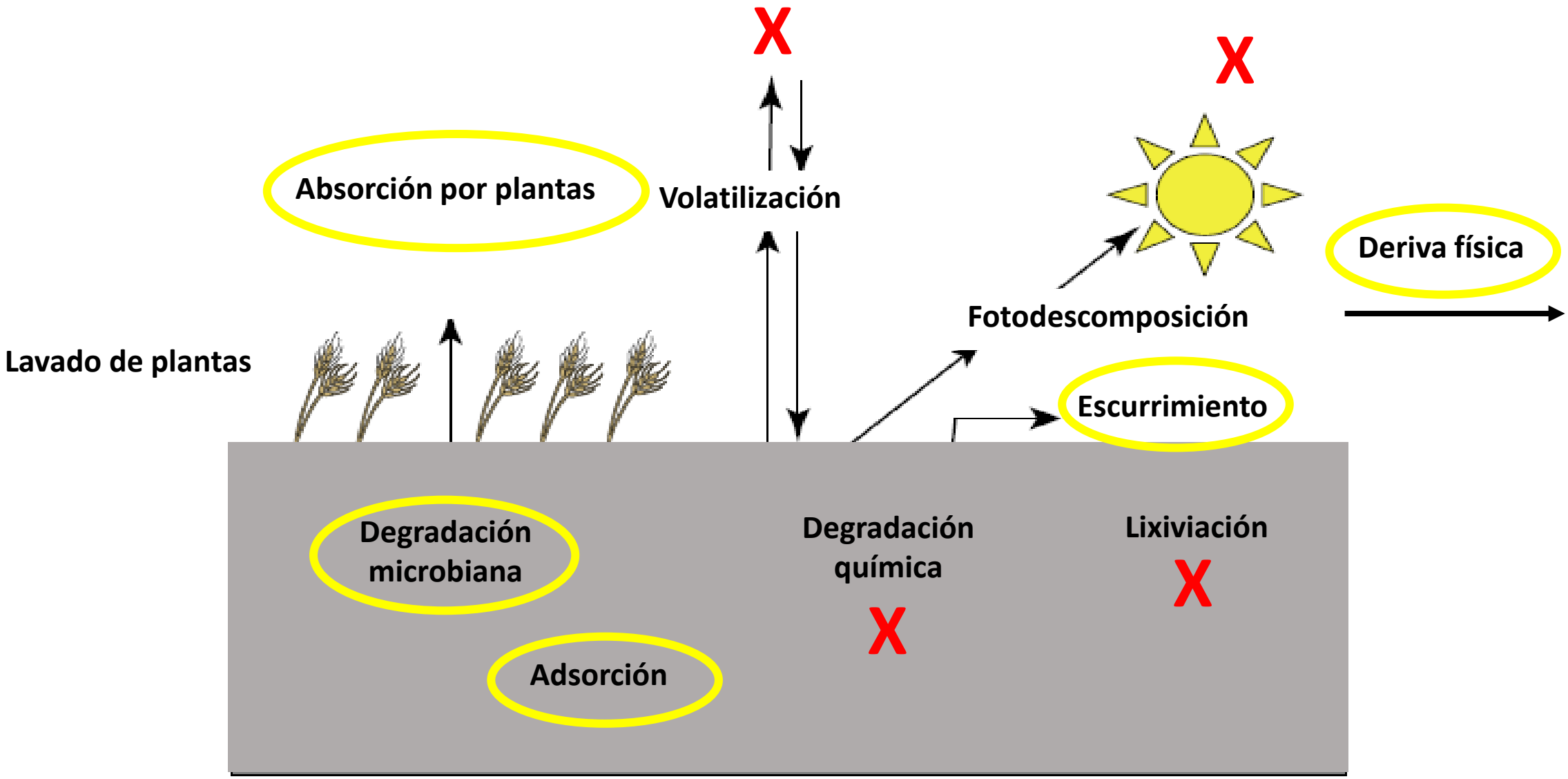
ENA, 2017

Seguridad en el uso de herbicidas

Equipo de protección adecuado

Triple lavado + Disposición de envases

Glifosato en el ambiente



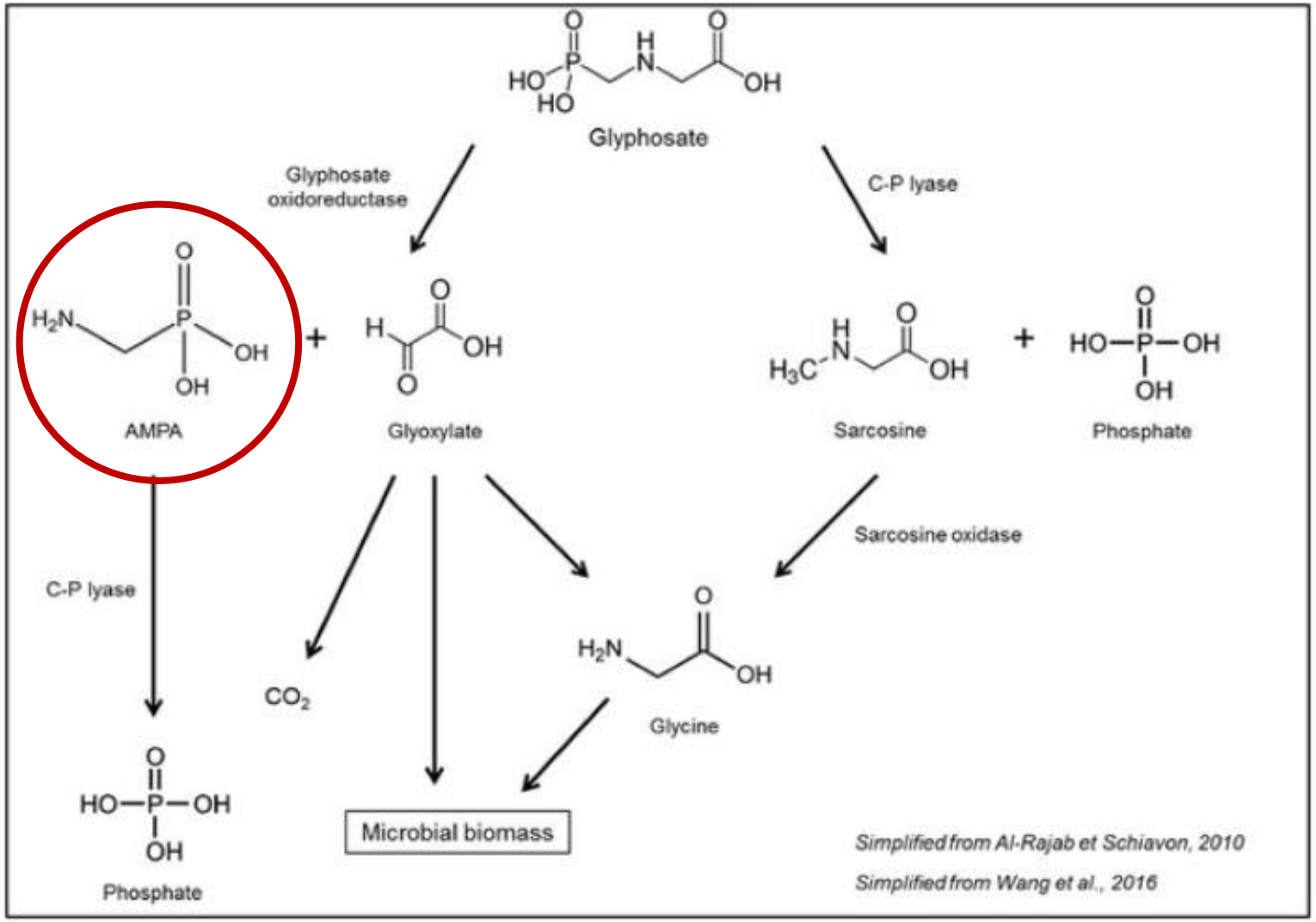
Características del glifosato

✓ **Alta adsorción; Sin problemas de lixiviación**	**K_{oc} 24,000 mg/L**
✓ **Altamente soluble en agua**	**Sol: 15,700 ppm**
✓ **Insoluble en solventes orgánicos**	**Log K_{ow}: -2.8**
✓ **No es volátil**	**PV: 2.45 x 10^{-8} mm Hg**
✓ **No es residual: degradación microbiana**	

Fuentes: WSSA Handbook; PubChem

Degradación de glifosato en el suelo

AMPA: ácido amino metil fosfónico



Grandcoin et al, 2017

Glifosato en el suelo

Glifosato y AMPA adsorbidos en superficie del suelo (1 cm) y degradación microbiana.
Okada *et al.,* 2016

Menos del 1% del glifosato aplicado en un terreno está sujeto a escorrentía por lluvias
Edwards *et al.,* 1980

Puede ocurrir lixiviación de glifosato y AMPA en suelos muy arenosos y con macroporos.
Borggaard and Gimsing 2008

Los fertilizantes fosfatados pueden desplazar al glifosato adsorbido al suelo
Padilla and Selim, 2019

Glifosato no causa efectos ó solo efectos menores sobre la microflora y su actividad en el suelo
. Nguyen *et al .,* 2016; Haney *et al .,* 2010

Muestreo de 317 suelos de Europa: glifosato en 21% y AMPA en 42%; niveles < 0.5 mg/kg.
Silva *et al .,* 2018

Efecto de glifosato en la biota del suelo

NOEC: Concentración sin efectos observados

Especie	NOEC Glifosato	NOEC AMPA
	mg/kg suelo seco	
Lombriz *Eisenia fetida*	472.8	198.1
Ácaro *Hypoaspis aculeifer*	472.8	320.0
Colémbolo *Folsomia candida*	472.8	315.0
Glifosato 4.32 kg/ha (12 L/ha)	6.62	6.18

Von Mérey *et al,* 2016

Glifosato y AMPA en el agua

Presencia de glifosato y AMPA en cuerpos de agua ocurre por escorrentía, por deriva física y en menor grado por lixiviación y podría afectar los ecosistemas acuáticos

Glifosato y AMPA se adsorben a los sedimentos de cuerpos de agua y están en menor medida en el agua

Vida media de glifosato en el agua es de 2 a 91 días. AMPA tiene una vida media de 17 a 45 días Capri *et al.,*2010

La aspersión de glifosato en lagos o cuerpos de agua a 1.0 kg/ha (2.8 L/Ha) resulta en una concentración inicial de 1100 µg/L, que baja a 149 µg/L en 2 días y a 55 µg/L en 5 días. Beck, 1985

Glifosato y AMPA en el agua

Muestreo de agua y sedimentos en río Suquía en Córdoba, Argentina

	Glifosato			AMPA		
Localidad	Agua	Sedimentos	Partículas suspendidas	Agua	Sedimentos	Partículas suspendidas
	µg/L	µg/kg	µg/kg	µg/L	µg/kg	µg/kg
Río Primero	< 0.5	61.9	< 3.0	2.1	97.0	171.2
Santa Rosa	< 0.5	89.5	< 3.0	< 0.5	73.0	118.4
La Para	< 0.5	105.1	< 3.0	< 0.5	22.6	< 3.0

Bonansea el al, 2018

Glifosato y AMPA en el agua

Efecto en ecosistemas acuáticos

El riesgo potencial de glifosato y AMPA para la mayoría de los organismos acuáticos es leve o insignificante si se usa de acuerdo a su etiqueta. Blake y Pallett, 2018; FotestInfo, CA, 2020

De acuerdo con la EPA en Estados Unidos y EFSA en la Unión Europea la clasificación de la ecotoxicidad de glifosato ácido es ligeramente tóxico o de bajo riesgo.
US EPA, 2015; EFSA, 2015

Los surfactantes polietoxilados (POEA) pueden ser mas tóxicos que el glifosato y la EPA los clasifica como moderadamente tóxicos a algunos peces de agua dulce con LC_{50} de 96 horas de 0.65 a 13 mg/L.
Giesy *et al.,* 2000

Las plantas acuáticas y algas son susceptibles a glifosato por su mecanismo de acción

Glifosato y AMPA en el agua en México

Holpechén, Campeche: 23 muestras de agua de pozos y escorrentía de campos cultivados en 7 sitios
Glifosato: 1.1 a 1.41 µg/L
Rendón-von Osten y Dzul-Caamal, 2017

Río Ayuquila, Jalisco : 120 muestras = 30 sitios y 4 fechas en 2016
Glifosato detectado en 3 muestras (2.5%)
Glifosato: 0.29 µg/L
Rodríguez Aguilar *et al.,* 2019

Valle del Mayo, Sonora: 15 muestras de agua y sedimentos en canales de riego y pozos cerca de canales
Glifosato en agua de canal y sedimentos: <5 µg/L
AMPA en agua de canal: < 5 a 36.8 µg/L
AMPA en sedimentos: < 15 a 342.75 µg/Kg
Leyva-Soto, *et al.,* 2018

Límites de residuos de glifosato en agua potable

MAC: Concentración Máxima Aceptable de glifosato en agua potable

Unión Europea: 0.1 µg/L

Principio Precautorio para la mayoría de los plaguicidas

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=EN

Estados Unidos: 700 µg/L

EPA National Primary Drinking Water Regulations, 1995

Canadá: 280 µg/L

Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Glyphosate, 1995

https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-glyphosate.html

Residuos de glifosato en alimentos

Seguridad en alimentos

EPA EUA

- Antes de permitir el uso de un plaguicidas en cultivos se establece su límite máximo de residuos en los alimentos (LMR)

- Los residuos de glifosato en alimentos son seguros para los consumidores si cumplen con las tolerancias establecidas

- La detección de residuos no significa que necesariamente sean inseguros

https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/glyphosate#human-health

LMR para glifosato (mg/kg)

Límite Máximo de Residuo (LMR): Concentración máxima de residuo de un plaguicida que se permite legalmente en un producto alimenticio

Producto	ARG	UE	EUA	CODEX	MEX
Caña de azúcar	0.1	0.1	2.0	2.0	0.2
Cítricos	0.2	0.5	0.5	-	0.5
Maíz	1.0	4.0	5.0	5.0	1.0
Papa	0.1	0.5	0.2	-	0.2
Soya	5	20	20	20	20
Sorgo	20	20	20	20	15
Trigo	5	10	30	30	5

http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-934-2010-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria

https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2019.5862

https://www.govinfo.gov/app/details/CFR-2010-title40-vol23/CFR-2010-title40-vol23-sec180-364

http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/es/

http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp

Residuos de glifosato en productos de maíz

Pervasive presence of transgenes and glyphosate in maize-derived food in Mexico
González-Ortega, E. *et al.* 2017.

	Producto	Glifosato	mg/kg o ppm	AMPA	mg/kg o ppm
	Harina	2 de 4	0.01; 0.045	1 de 4	0.015
	Tostadas	1 de 4	0.011	0 de 4	--
	Snack	3 de 5	0.014; 0.17; 0.019	1 de 5	0.017
	Cereal	2 de 3	0.047; 0.01	0 de 3	--
15.2%	Tortilla industriales	**2 de 11**	0.01; 0.011	**0 de 11**	--
	Tortillas artesanales	0 de 9	--	0 de 9	--

LMR de glifosato: COFEPRIS 2020
Grano de maíz 1.0 ppm
LMR de glifosato + AMPA: EPA USA & FAO OMS
Grano de maíz 5.0 ppm
LMR de glifosato + AMPA: EFSA EU
Grano de maíz 4.0 ppm

ADI: Ingesta Diaria Aceptable glifosato
EFSA: 0.5 mg/kg
EPA: 1.0 mg/kg
FAO OMS: 1.0 mg/kg

http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsaexplainsglyphosate151112en_1.pdf

https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/draft-human-health-and-ecological-risk-assessments-glyphosate

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75147/9789241665278_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Glifosato en tortillas

agromarketing.mx

A un clic de tu Hogar

El comentario Agro | SemáforoAgro | Sectores | AgroTecnología | Empresas | Internacional | Agropolítica | Sustentabilidad | Vida | Enlace comercial

Compartir | Imprimir

AGRÍCOLA | SECTORES

30% de las tortillas en México contienen glifosato

por Vero Hernández
4 mayo, 2018, 6:31

EL UNIVERSAL
El Botiquín.mx
Prevención en salud que mejora tu vida

INICIO | BIENESTAR | MEDICINA GENERAL | SALUD MENTAL | SEXUALIDAD | MULTIMEDIA

INICIO / BIENESTAR / HALLAN HERBICIDA CANCERÍGENO EN HARINA DE TORTILLAS MASECA

Las muestras fueron analizadas por los laboratorios del Health Research Institute en Iowa. (Foto: Especial)

Hallan herbicida cancerígeno en harina de tortillas Maseca

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer clasificó al glifosato de "probable cancerígeno"

Ver Noticias de última hora

el Vigía
lunes 15 de Octubre 2018 16:39 Hs.

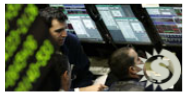
El Vigía en tu e-mail | Ingre

EDICIÓN IMPRESA

Síguenos | 25° | GENERAL | EL VALLE | META DEPORTIVA | NACIONAL | EL MUNDO | VIDA | MIRADAS | 911 | PALABRA | Más

NACIONAL

Alertan por tóxico en maíz de tortillas



La Jornada

ECONOMÍA

Sábado 28 de octubre de 2017

EDITORIAL | CORREO ILUSTRADO | OPINIÓN | POLÍTICA | ECONOMÍA | MUNDO | ESTADOS
SOCIEDAD | CULTURA | ESPECTÁCULOS | DEPORTES | FOTOGRAFÍA | CARTONES

BUSCAR

NOTICIAS DE HOY | ESPECIALES | MULTIMEDIA | SERVICIOS | OTROS SITIOS | CONTACTO

ESTÁ AQUÍ: INICIO / ECONOMÍA / TORTILLAS ENVENENADAS /

Tortillas envenenadas

SILVIA RIBEIRO*

En importante estudio científico de reciente publicación mostró que la mayor parte de la comida industrializada derivada de maíz en México está contaminada con transgénicos y glifosato, herbicida que la Organización Mundial de la Salud declaró cancerígeno. El impacto a la salud de la población mexicana es de magnitud, ya que México es el país donde se consume mayor cantidad de maíz por persona en el mundo. Esto se

Este evento transgénico es además el mismo que las transnacionales quiere sembrar en millones de hectáreas en México, lo cual está detenido desde 2013 por una demanda colectiva ciudadana. Demanda que las propias autoridades mexicanas han tratado de derrotar, junto a las transnacionales. (https://tinyurl.com/ycssuua5)

El estudio pone nuevamente de manifiesto que las autoridades, desde

di Para entender mejor
Haz doble clic sobre cualquier palabra de nuestra web para ver su significado

Anuncio

Honda Civic 2018

Índice de impacto ambiental (EIQ)

EIQ: consumidor + trabajador + ambiente

Herbicida	EIQ i.a.	Ingrediente activo %	Dosis L ó Kg/ha	EIQ Uso en campo
Glifosato	**15.3**	**35.6**	**2.0**	**9.3**
Glufosinato	20.2	24.5	2.0	8.5
Paraquat	24.7	25.0	2.0	10.6
2,4-D	20.7	49.4	1.5	13.1

Ácido acético: EIQ 12.2

Kovach et al., 1992

https://nysipm.cornell.edu/eiq/calculator-field-use-eiq/

Agricultura sin glifosato?

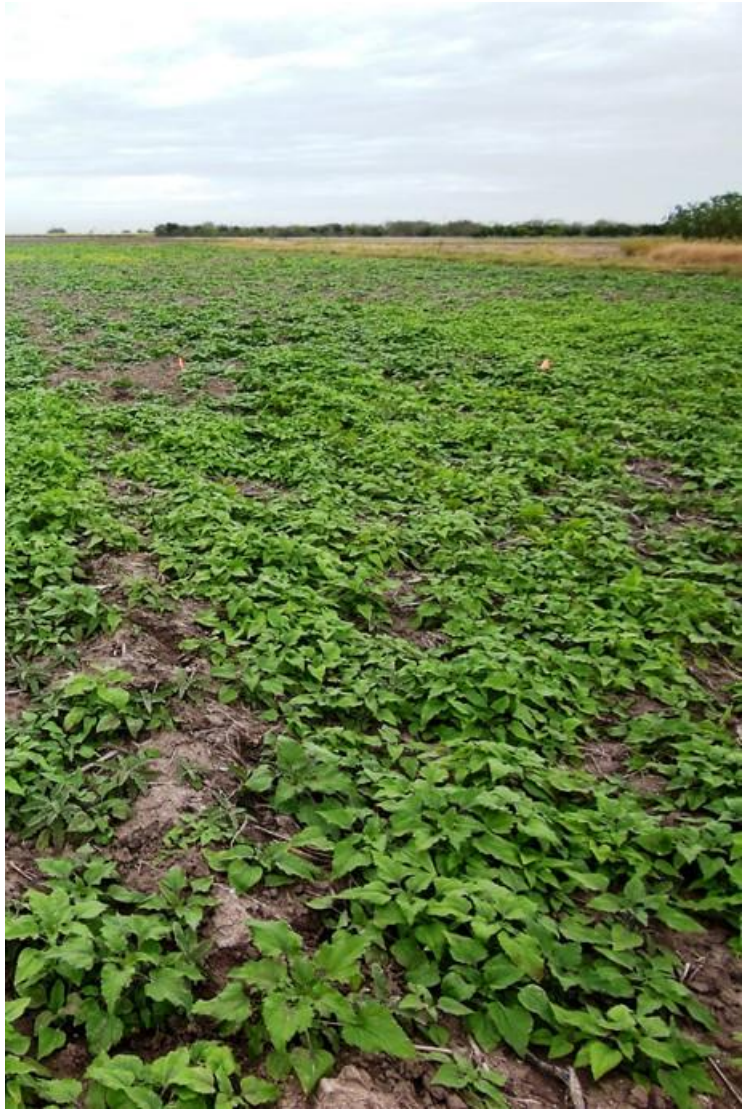
Herbicidas alternativos

Control mecánico

Control manual

Control biológico

- ✓ **Efectividad de control**
- ✓ **Costo económico**
- ✓ **Bajo impacto ambiental**



Gracias

Enrique Rosales Robles
enrique_77840@yahoo.com