



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza".

UNIVERSIDAD DE SONORA

UNIDAD REGIONAL SUR

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

GLIFOSATO Y SUS POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO BIÓLOGO CLÍNICO

PRESENTA:

CARLA VERÓNICA SOTO ALMADA

NAVOJOA, SONORA

NOVIEMBRE DE 2017

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

APROBACION

Los miembros del jurado asignado para revisar la Tesis Teórica de **Carla Verónica Soto Almada**, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el título de Químico Biólogo Clínico.



QB. Manuel Ignacio Imay Jacobo
Presidente



M.C. Luis Alberto Zamora Álvarez
Secretario



M.C. Ximena Felipe Ortega Fonseca
Vocal



Dr. Jesús Alfredo Rosas Rodríguez
Suplente

DECLARACION INSTITUCIONAL

Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta Tesis Teórica, sin permiso especial de los autores, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente a los autores y a la Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur.

Para la publicación en comunicaciones científicas o divulgación popular de los datos contenidos en esta Tesis Teórica, se deberá dar el crédito a la Universidad de Sonora, previa aprobación escrita del manuscrito en cuestión, por el Director de tesis.

M.C. Ramona Icedo García

Jefa del Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias

AGRADECIMENTOS

Le agradezco primeramente a Dios todo poderoso que es la luz de mi camino quien con su grande amor y misericordia me dio la oportunidad de vivir; y por siempre estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Gracias Dios mío por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y sabiduría. Por protegerme en todo momento. Por darme la fuerza para vencer los obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida. Por permitirme lograr mis objetivos, además de tu infinito amor; por los buenos y malos momentos, por tu bondad que me bendice cada día y que me hace sentir tu presencia a mi lado.

A ti Señor, que permitiste hacer realidad, este anhelado sueño...

A mis amados padres Carlos y Verónica. Por ser mi grande apoyo a lo largo de toda mi vida. Gracias por darme la vida, por enseñarme a amar a Dios, por su apoyo incondicional, por sus regaños, por sus sí y sus no; por enseñarme a luchar con razón, por su ejemplo, amor y confianza a ustedes que fueron testigos del camino andado para llegar hasta aquí y porque sé que mi sueño era el suyo también no hay forma de agradecerles. Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera, por su esfuerzo, sacrificios y por todos los momentos compartidos.

Por ser los pilares de mi vida, por haberme forjado como la persona que ahora soy; mis logros se los debo a ustedes, gracias por motivarme a alcanzar mis metas, por fomentar en mí el deseo de superación y el anhelo del triunfo en la vida, A quienes nunca podré pagar sus desvelos ni aun con las riquezas más grandes del mundo. Por esto y más... Gracias.

A mis queridas hermanas Lorena y Cindy; Gracias por su apoyo y compañía, gracias por su paciencia, y por todos los momentos llenos de felicidad y alegría que juntas hemos compartido.

Gracias a mi director de tesis Q.B. Manuel Ignacio Imay Jacobo por su apoyo tiempo y dedicación. Ya que siempre me impulso a seguir adelante y a no dejarme vencer. Gracias por sus consejos, su orientación su persistencia y su paciencia que han sido muy importante para el desarrollo de este trabajo. Muchas gracias por todo.

A mis sinodales Ximena Felipe Ortega Fonseca, Jesús Alfredo Rosas Rodríguez y Luis Alberto Zamora Álvarez, Muchas gracias por su esfuerzo, tiempo y dedicación, Por darme de su sabiduría, y aun estando ocupados me brindaron sus mejores consejos. Sinceramente agradezco que me ayudaran a concluir este trabajo que me parecía difícil, por su paciencia para revisar este trabajo y aprobarlo; ustedes fueron un vínculo importante el cual me llevó hasta el final. ¡Gracias por haber sido parte de esto!

Gracias a las personas que siempre estuvieron dándome ánimo para seguir adelante para que este anhelado sueño se convirtiera en realidad. Porque siempre estuvieron mostrándome su apoyo en todo este tiempo.

Agradezco al Ingeniero Ernesto Sánchez Sánchez, que me brindó su sabiduría acerca del tema para el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a mis padres, Carlos y Verónica quienes son el motor de mi vida. Han sido mi guía y en todo momento; siempre han estado ahí para ayudarme. A ustedes quienes han sacrificado mucho para que yo pudiera llegar a donde ahora estoy. Le agradezco mucho a Dios por habérmelos dado a ustedes como mis padres; me siento muy orgullosa de que ustedes sean mis padres. Este trabajo va para ustedes.

A Dios que es mi roca fuerte y mi refugio, quien me ha llevado de la mano y jamás me ha soltado; porque cuando he caído él me ha levantado; y porque me ha mostrado todo su amor y gracia.

A mis hermanas Lorena y Cindy y con quienes he pasado hermosos momentos de mi vida.

Gracias a mi director de tesis Q.B. Manuel Ignacio Imay Jacobo por su apoyo tiempo y dedicación. Por brindarme su sabiduría al realizar este trabajo por brindarme su esfuerzo y paciencia.

A mis sinodales Ximena Felipe Ortega Fonseca, Jesús Alfredo Rosas Rodríguez y Luis Alberto Zamora Álvarez, quienes con su gran esfuerzo, sabiduría y fortaleza estuvieron a lo largo de esta aventura, con sus distintos apoyos y enseñanzas estuvieron ahí gracias...

A todas las personas que siempre estuvieron a mí alrededor brindándome su apoyo sus consejos y sus buenos deseos.

CONTENIDO

	Página
APROBACION	2
DECLARACION INSTITUCIONAL	3
AGRADECIMENTOS	4
DEDICATORIAS	6
CONTENIDO	7
LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
OBJETIVOS	11
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
ANTECEDENTES	15
Revolución Verde	15
Agroquímicos	16
Plaguicidas	16
Herbicidas	19
Clasificación de Herbicidas.	19
GENERALIDADES DE GLIFOSATO	21
Propiedades Físico-Químicas del glifosato	21
Coadyuvantes y Adyuvantes	24
Proceso de Degradación	26
Mecanismo de Acción	29
Registro de la contaminación por glifosato en los Valles Yaqui Mayo Sonora (y Municipios)	31
EFFECTOS BIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS DEL GLIFOSATO EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL	34
Aspectos Biológicos	34
Efectos Toxicológicos en la Salud Humana	34
Dosis	38
Actividad de Glifosato en el Medio Ambiente	41
Suelo	41
Agua	42
Aire	43

Vías de Exposición	45
PLAGUICIDAS EMPLEADOS EN MEXICO Y PROHIBIDOS EN OTROS PAISES	46
Contaminación Por Plaguicidas en Sonora	47
Contaminación por plaguicidas en el Valle del Yaqui y Mayo	49
Alternativas al uso de glifosato semillas transgénicas	51
RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación de plaguicidas según su grupo químico	17
2	Clasificación de plaguicidas según el organismo a destruir.	18
3	Clasificación de los plaguicidas según su peligrosidad.	19
4	Propiedades físico-químicas del glifosato.	22
5	Efectos de los distintos componentes inertes	26
6	Dosis aéreas aplicadas a distintas distancias pulverizadas con vientos de 10 km/h.	38
7	Desplazamiento de gotas conforme a su tamaño con vientos de 10 km/h.	38
8	Plaguicidas prohibidos en otros países	47
9	Algunos de los plaguicidas contaminantes encontrados fueron los organoclorados en muestras ambientales y biológicas.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura molecular del glifosato Acido-n- fosfometil-glicina	21
2	Penetración a través de la cera de la cutícula de glifosato, con y sin surfactante	25
3	Trasformación del glifosato al entrar al suelo en sacarosina y Ampa.	27
4	Condiciones ambientales de intercambio entre herbicidas y suelo	28
5	Mecanismo de acción del glifosato vía chiquimato.	30
6	Municipios de Sonora.	31
7	Glifosato y sus genéricos más vendidos en la empresa de agroinsumos en Navojoa.	33
8	La imagen muestra la clasificación morfológica de los núcleos en ensayo cometa.	36
9	Dosis destinadas para cada tipo de malezas en zacates.	39
10	Dosis destinadas a cada tipo de hoja ancha	40
11	Efectos del glifosato sobre el medio ambiente y la salud humana.	44
12	Localización del estado de Sonora.	48

OBJETIVO GENERAL

- Realizar una revisión del estado del arte del herbicida glifosato y sus posibles efectos en la salud.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una investigación documental de las técnicas de laboratorio que son aplicadas para la detección de glifosato.
- Mostrar una revisión de resultados científicos experimentales sobre la exposición al herbicida y detallar cómo influye el mecanismo de acción de éste; y las dosis en el medio ambiente, así como los daños que produce a los seres humanos.

RESUMEN

Glifosato es un herbicida muy utilizado por su efectividad en México para controlar malezas anuales y perenes; es considerado como un herbicida de post emergencia y de acción sistémica. Existe una amplia variedad de herbicidas comerciales que tienen como ingrediente activo este compuesto.

En la mayoría de los artículos consultados se ha demostrado que mediante investigaciones el glifosato podría causar problemas en seres humanos así también ambientales dañando flora y fauna. Estos estudios revelan que en algunos tipos de suelo este herbicida persiste también en los cultivos, por largos periodos de tiempo se detecta de manera residual al cultivarse. Información que evidencia el impacto del uso de productos a base de glifosato y sus principales efectos sobre la salud. Dentro de estos estudios toxicológicos se encuentran daños subclínicos, crónicos, carcinogénicos, mutagénicos, y reproductivos.

Existe demasiada información acerca de los problemas que causa este herbicida; por eso es importante conocerlo y saber cómo nos afecta en todos los aspectos, así mismo analizar por qué aún se siguen utilizando.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo económico y social se encuentra en crecimiento a nivel mundial la Organización de las Naciones Unidas en últimas previsiones muestra que, la población de 6 100 millones crecerá hasta alcanzar 8 300 millones en 2030, avanzando hacia 9 300 millones en 2050. Acarreando así la escases de recursos. Los agricultores tienen trabajo duro por un mayor número de producción alimentaria para lograr un satisfacer las necesidades (FAO 2002).

Se estima que en México la cantidad de plaguicidas utilizados en el año 1995 fue de aproximadamente 54,000 toneladas, de insecticidas fueron aplicados 25,000 toneladas de herbicidas 16,000 toneladas, fungicidas 9,000 toneladas y 4,000 toneladas de otros (Valdez y col., 2000). Para el año 2000 el uso de plaguicidas fue de aproximadamente 50,000 toneladas anuales, obteniendo un valor de comercialización aproximado 400 a 600 millones de dólares americanos (Gonzales y col., 2010). El consumo de plaguicidas en el año 2004 a 2009 a nivel mundial fue de 763,913.93 toneladas. México utilizo el equivalente a 16.1% (122, 990 toneladas) llegando a un consumo mundial total de 21.6 % en 2009 conforme a los datos obtenidos por la FAOSTAT de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (Salazar y Aldana, 2011).

En la actualidad al revisar la bibliografía y de acuerdo con los reportes de (Gonzales y col., 2010) no existe información precisa sobre el uso de plaguicidas y herbicidas en nuestro país. En México, se utilizan insecticidas y herbicidas que están empleándose en mayor porcentaje, siendo el glifosato uno de los herbicidas más consumidos y que según la Secretaría de Economía tiene un costo aproximado de 100 pesos por litro (Varona y col., 2005).

ANTECEDENTES

Revolución Verde

En 1943 en México, la empresa Rockefeller estableció el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Transgénico (CYMMIT). Este es considerado como el centro de investigación de maíz y trigo más importante del mundo. Durante esa época también surgió lo que se conoció como la revolución verde, la cual fue un cambio radical en la agricultura, pues los agricultores empezaron a utilizar un conjunto de técnicas innovadoras empleando fertilizantes inorgánicos, agrotóxicos y máquinas agrícolas. Por consiguiente, en 1960 el Premio Nobel de la Paz fue entregado al científico Norman Borlaug llamado también el "Padre de la Revolución Verde". Que por más de 25 años trabajó con científicos mexicanos para lograr el mejoramiento del trigo y del maíz. A consecuencia de la gran demanda mundial en la iniciación del incremento de granos, plantas y ganado, etc., y con el objetivo primordial de introducir un modelo innovador industrial en la producción de alimentos e introducir en las tierras Mexicanas la tecnología agrícola proveniente de otro país (Ceccon, 2008).

Por otro lado (Benítez, 2012). En su artículo esta revolución no ha sido del todo "tan verde" y segura, ya que se menciona existe un uso descontrolado de fertilizantes químicos como también agrotóxicos los cuales con el paso del tiempo van convirtiendo a la tierra en estéril; y destruyendo la actividad microbiana del suelo. Los plaguicidas fueron una gran aportación de la revolución verde para acabar con la gran cantidad de plagas insectívoras y herbáceas que solo provocaban una baja calidad en la producción alimentaria.

Agroquímicos

En el siglo XX y XXI surgió una gran dependencia a los agroquímicos con la necesidad de mantener un buen control de calidad. (Villalba, 2009). Los “agroquímicos” son las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas utilizadas para la agricultura y ganadería, en los que se incluyen dos grandes grupos: los fertilizantes y los plaguicidas dentro de estos se incluye a los herbicidas, fungicidas e insecticidas. También son utilizados ampliamente en la escuela, el hogar y en la industria. Estos son productos muy difundidos para el uso en agricultura y ganadería para lograr un control de calidad e incrementar la producción. Además, estas sustancias disminuyen el trabajo físico (Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2007).

Plaguicidas

El Código Internacional de Conducta Sobre la Distribución y Uso de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha establecido que un plaguicida es la sustancia o mezcla de ellas, utilizada para prevenir, destruir o controlar plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal; las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan un daño duradero u otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrárseles para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales (FAO 2002).

Cada plaguicida comercial es un cóctel de sustancias y no solamente un principio activo, muchos de esos aditivos son extremadamente tóxicos; en la tabla 1. Muestra la clasificación de los plaguicidas (Ramírez y Lacasaña, 2001). Para la clasificación de los plaguicidas existen tres formas: Conforme al grupo químico (Tabla 1). Conforme al organismo que desee destruir (Tabla 2). Conforme su peligrosidad según la OMS (Tabla 3).

Tabla 1. Clasificación de Plaguicidas según su grupo Químico

Bipiridilos

Carbamatos

Compuestos Organo-Estánicos

Compuestos Organoclorados

Compuestos Organofosforados

Compuestos Organomercuriales

Triazinas

Derivados de ácido fenoxiacético

Derivados del clorodinitrofenol

Tiretroides y Oiretrinas

Tiocarbamatos

Derivados cumarínicos, otros.

Fuente: (Benítez LR. 2012).

Cada plaguicida está conformado para atacar a un cierto tipo de plaga (Tabla 2). Los plaguicidas son sustancias que si no son utilizadas adecuadamente pueden causar efectos adversos sobre el medio ambiente y en la salud tales como efectos locales, intoxicaciones agudas, alteración de la función inmunitaria, neurotoxicidad, defectos congénitos y cáncer (Tabla 3).

El abuso de estas sustancias químicas provoca resistencia a los insectos, plantas y hongos esto significa que usan más dosis que las que usaban antes y esto provoca la contaminación del medio ambiente según información publicada por el artículo (Benítez, 2012).

Tabla 2. Clasificación de plaguicidas según el organismo a destruir.

TIPO DE PLAGUICIDAS		ORGANISMO A CONTROLAR
Insecticidas	Larvicida	Larvas de Insectos
Formicida		Hormigas
Pulguicida		Pulgas
Piojicida		Piojos
Aficida		pulgones
Acaricida:	Garrapaticida	Garrapatas
Nematicida		Nematodo
Molusquicida		Moluscos
Rodenticida		Roedores
Avicida:	Columbicida	Aves (palomas)
Bacteriostático y Bactericida		Bacterias
Fungicidas		Hongos
Herbicidas		Plantas indeseables

Fuente: (Benitez LR. 2012).

Tabla 3. Clasificación de los Plaguicidas según su Peligrosidad.

Clase	Oral		Dérmica	
	<i>Sólidos</i>	<i>Líquidos</i>	<i>Sólidos</i>	<i>Líquidos</i>
Ia Extremadamente Peligrosa	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
Ib Altamente Peligrosa	5-50	20-200	10-100	40-400
II Moderadamente Peligroso	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III Ligeramente Peligroso	Más de 500	Más de 2000	Más de 1000	Más de 4000

Fuente: (Benítez LR. 2012)

Herbicidas

Los herbicidas son sustancias que impiden el crecimiento de una planta, estos generan un efecto mortal ejerciendo su acción en un sitio primario y desatando una serie de efectos que llegan a ser letales para la planta; la aplicación de los herbicidas se realiza en diferentes etapas a lo largo de la siembra. El momento esencial de aplicación se determina según la combinación de los cultivos y la temporada de siembra para el herbicida a utilizar según el artículo (Diez. 2013).

Clasificación de Herbicidas. La clasificación de los herbicidas es según su selectividad dentro de estos se encuentran los selectivos estos ejercen su trabajo a determinadas dosis, épocas y formas destruyen a ciertas plantas sin causar daño a otras. Otro grupo son los no selectivos que ejercen su acción tóxica sobre todo tipo de vegetación.

Otra forma de clasificación de los herbicidas es según el momento de aplicación:

Momento de aplicación PRE (pre-emergente). Son herbicidas de amplio espectro con la capacidad de mantener controlados a un amplio rango de malezas (Diez, 2013). Momento de aplicación Post emergencia son herbicidas aplicados sobre los cultivos y las malezas. Son aplicados rápidamente en cuanto crece la maleza. Cuando alcanzan una altura de 5 cm ya que son tiernas y débiles según información publicada (Jerry doll, 1981).

La acción de los herbicidas está caracterizada en dos puntos: una de ellas es de contacto esto quiere decir que tienen un transporte fijo dentro de la planta. Son anuales recomendablemente. Otras son sistémicos, este es un herbicida aplicado al suelo ahí es absorbido y transportado hasta el interior de la planta en sus raíces y órganos. La clasificación de las propiedades químicas proporciona un concepto para entender el comportamiento de la planta ante el herbicida (Diez, 2013).

GENERALIDADES DE GLIFOSATO

Henri Martin fue un químico suizo que en el año 1950 descubrió el glifosato como sustancia. Con el paso del tiempo en investigaciones realizadas en los 70 por la firma Monsanto se descubrió su actividad como herbicida. En 1974 fue introducido como ingrediente activo glifosato por el científico John Franz que con rapidez encontró que el glifosato era un herbicida con potencial, y se patentó bajo la marca comercial "Roundup".

Este agroquímico en la agricultura se desarrolló primordialmente para el control de malezas en todo tipo de cultivo. Después su uso se expandió a la aplicación previa a la cosecha en cereales y oleaginosas según información publicada (Glifosato © Copyright 2017).

Propiedades Físico-Químicas del glifosato

El herbicida organofosforado conocido como glifosato (ácido N-fosfono metil glicina), se caracteriza por tener una molécula derivada de un aminoácido más simple que es glicina, su estructura química se muestra en la Figura 1.

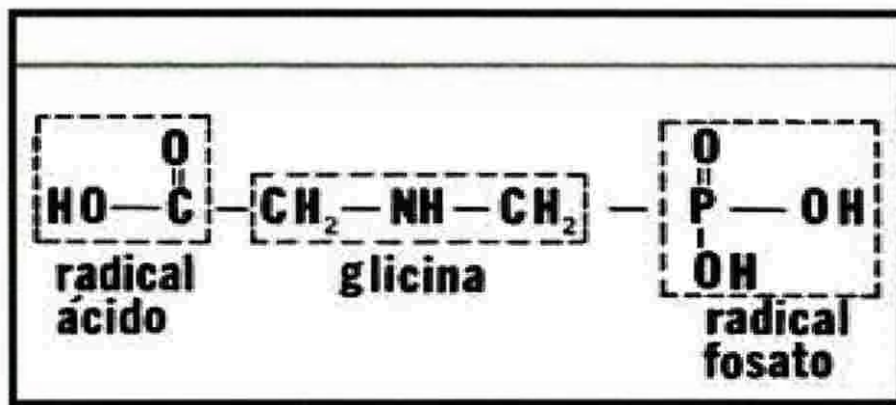


Figura 1. Estructura Molecular del Glifosato Acido-N- fosfonometil-glicina.

Fuente: (Jerry Doll, 1981).

Es un herbicida no selectivo de uso post emergente, de absorción foliar, se mueve en el floema hacia los puntos meristemático (Amarante y col., 2002). El número de registro del ácido en la Sociedad Americana de Química. (CAS) es el 114370-14-8 y la sal IPA es el 1071-83-6 (Conicet, 2009). Sus propiedades físico-químicas se encuentran descritas en la Tabla 4.

Tabla 4. Propiedades Físico-Químicas del glifosato.

Propiedades	Físico y químicas
Nombre común ISO	Glifosato
Nombre químico IUPAC	N-fosfometil-glicina
Nombre químico	glicina, n – (fosfometil)
Pureza mínima	950 g/kg
Formula molecular	C ₃ H ₈ NO ₅ P
Masa molecular	169 (169.08**)
Punto de fusión	189.5°C (999 g/kg) 200°C
Punto de ebullición	DesComposición
Apariencia	Cristal incoloro
Densidad relativa	1.075 (995 gr/kg)
Presión de vapor	1.31x10 ⁻⁴ Pa (25 °C acida)
Constante ley Henry	2.1x10 ⁻⁴ x m ³ x mol ⁻¹
Solubilidad en agua	PH 2: 10.5 ± 0.2 g/l (20 °C, 995 g/kg *** 12 g/**)
Solubilidad en solventes orgánicos	Acetona 0.78 g/l

	Diclorometano	0.233 g/l
	Etilacetato	0.012 g/l
	Hexano	0.026 g/l
	Metanol	0.231 g/l
	n-octanol	0.020 g/l
	Propan 2-ol	0.020 g/l
	Tolueno	0.036 g/l
Coeficiente de partición (low P ow)	PH 5-9: 3.2 a 25 °C (999 gr/kg)	-3.2218–2.7696**
Estabilidad hidrolíticas	PH 5: estable (25°C)	
	PH 7: estable (25°C)	
	PH 9: estable (25°C)	
Constante de disociación	PKa: 2.34 (20 °C),5.73(20°C), 10.2 (25 °C)	
Flamabilidad	No altamente inflable	
Propiedades explosivas	No explosivos	
Absorción UV / VIS (max)	e: 0.086 (2959nm)	
Foto estabilidad en agua (DT50	33 d (PH 5), 69 (PH 7) 77d (PH 9) (lámpara de xenón)	
Coeficiencia de absorción (g/g)	24,000 (estimado)**	

Fuente (Parada M M. 2007).

Una de las características de glifosato es que es anfotérico cuenta con una elevada polaridad. Las propiedades anfotéricas se deben a la existencia de grupos ácidos y básicos en su molécula (Félix, 2010).

La posible carcinogenicidad de glifosato se debe a que podría contener trazas de N-nitroso glifosato, este compuesto puede formarse con el medio ambiente al mezclarse con nitratos (presente en fertilizantes) (CONICET, 2009). Glifosato es un herbicida que por sí solo no es muy efectivo; esta es la razón por la cual es comercializado en productos mezclados con otros productos químicos llamados adyuvantes o surfactantes. Estas sustancias sirven para que el herbicida pueda adherirse al follaje y así la molécula de glifosato penetre la cutícula de las hojas y entre a las células y a los sistemas circulatorios de la planta. Para después el glifosato transportado desde las puntas hasta dentro de las raíces de la planta (Riley y col., 2011).

Coadyuvantes y Adyuvantes

Los coadyuvantes son considerados como sustancias inertes y son guardados como un secreto de la industria comercial; estos comúnmente no son medidos en el medio ambiente. Los elementos inertes actúan como solventes y humectantes capaces de aumentar la permeabilidad y atravesar la barrera circular y vegetal. Investigaciones demuestran que el predominante de ellos es el polioxietileno-amina (POEA) que es utilizado como un surfactante en las formulaciones de glifosato (Roundup) para mejorar la solubilidad y la penetración en las plantas tal como se muestra en la figura 2. (Ferreira, 2009). Artículos científicos revelan la existencia de sustancias inertes no catalogadas que hacen que la adsorción de Roundup sea más rápido; han encontrado que un 99.04 % son sustancias inertes algunos como el ya mencionado POEA, ácidos orgánicos relacionados con glifosato, isopropilamina y agua (Richard y col., 2005).

El POEA por si solo es mucho más tóxico que las formulaciones Roundup. Mientras tanto el AMPA (ácido aminometilfosfónico) es aún más tóxico que glifosato. Por tanto, si se mezclan estas sustancias se crea una concentración más toxica que la misma concentración de ingredientes de la forma individual (Ferreira, 2009). Esto repercute al no revisar y reconocer las pruebas toxicológicas de plaguicidas comerciales, su uso

adecuado; no hay posibilidad de examinar su peligrosidad sobre el medio ambiente y la salud de los seres humanos (Díaz, 2008).

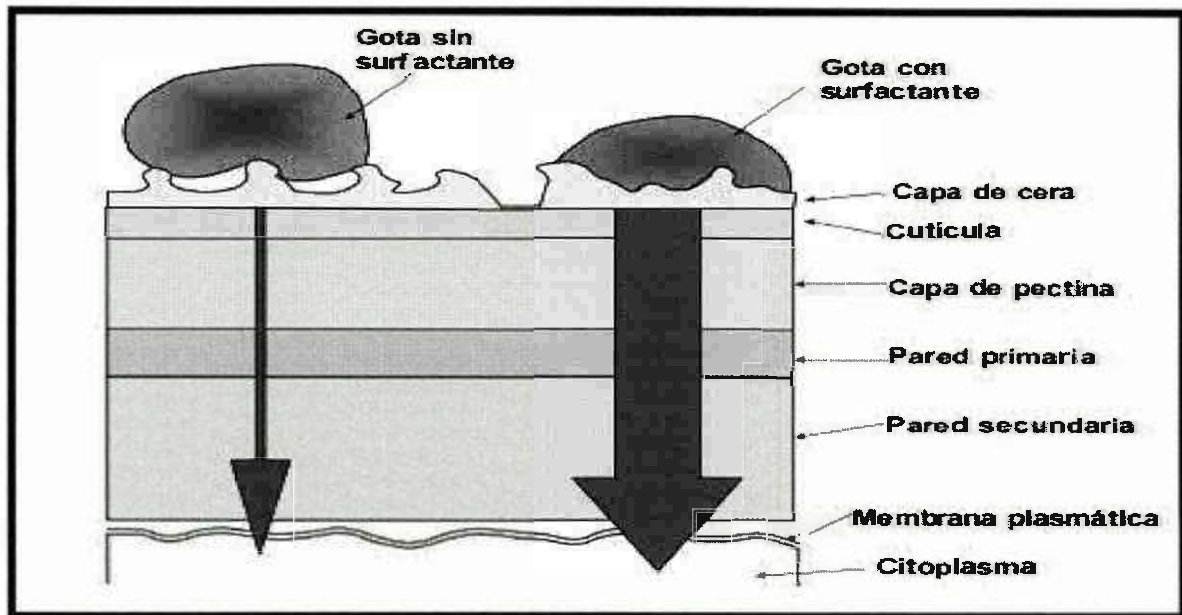


Figura 2. Penetración a través de la cera de la cutícula de glifosato, con y sin surfactante. Fuente:(Parada MM. 2007).

El surfactante polioxietileno-amina (POEA) ejerce su acción minimizando la tensión entre dos partes, por tener en su molécula dos regiones hidrófilas e hidrofóbica. Estas son sustancias que le permiten solubilizar el ingrediente activo en agua y ayudar su propagación a través de la superficie de la planta (Burger y Fernández, 2004).

Los adyuvantes son sustancias químicas que se mezclan sobre superficie encerada de las plantas y las membranas de las células vivas. Como resultado, estas formulaciones ocasionan daño en todas las células vivas, incluyendo las humanas (Caen, 2013). Literatura científica informa que todas estas sustancias químicas causan problemas de irritación cutánea, gástricos y respiratorios. Algunas de estas se muestran en la tabla 5 (Ramírez y col., 2003).

Tabla 5. Efectos de los distintos componentes inertes

Ingredientes inertes	Toxicidad aguda
Isopropilamina	Causa problemas en mucosas, tejido del tracto respiratorio superior, lagrimeo, laringitis, cefalea y náuseas.
Polioxietileno-amina (POEA)	Ulceración ocular, lesiones cutáneas (eritema, inflamación, exudación) náuseas, diarrea.
Sulfato de amonio	Irritación ocular, náuseas, diarrea, reacciones alérgicas respiratorias, daño ocular irreversible a explosión prolongada.
Metil pirrolidinona	Irritación ocular severa, aborto y bajo peso al nacer en animales de laboratorio.
Ácido sorbico	Neumonitis química, angina, reacciones alérgicas, vómito
Benzisotiazolona	Eccema, irritación dérmica, fotorreacción alérgica en individuos sensibles

Fuente (Jorge Kaczewer. 2002).

Proceso de Degradación

Documentos científicos especifican que la degradación de glifosato no es un proceso rápido y que es necesario un tiempo para lograr un equilibrio bajo intensas lluvias o irrigaciones después de las aplicaciones ya que estos provocan escurrimientos hacia depósitos de agua subterráneos. El proceso de degradación se realiza por medio de transformación natural microbiana del suelo como AMPA (aminometil-fosfonico), sacarosina y formaldehído, a bióxido de carbono (figura 3); AMPA es su principal metabolito en descomposición siendo detectable tanto en suelo como en vegetales según

(Mañas, 2010). Un informe revela que AMPA en su estructura es muy parecido a glifosato y que este podría provocar daños a los seres humanos, animales y al ecosistema (Riley y col., 2011). Este documento destaca que es muy importante conocer los elementos del suelo ya que este podría ejercer un papel importante en la unión de glifosato con la tierra.

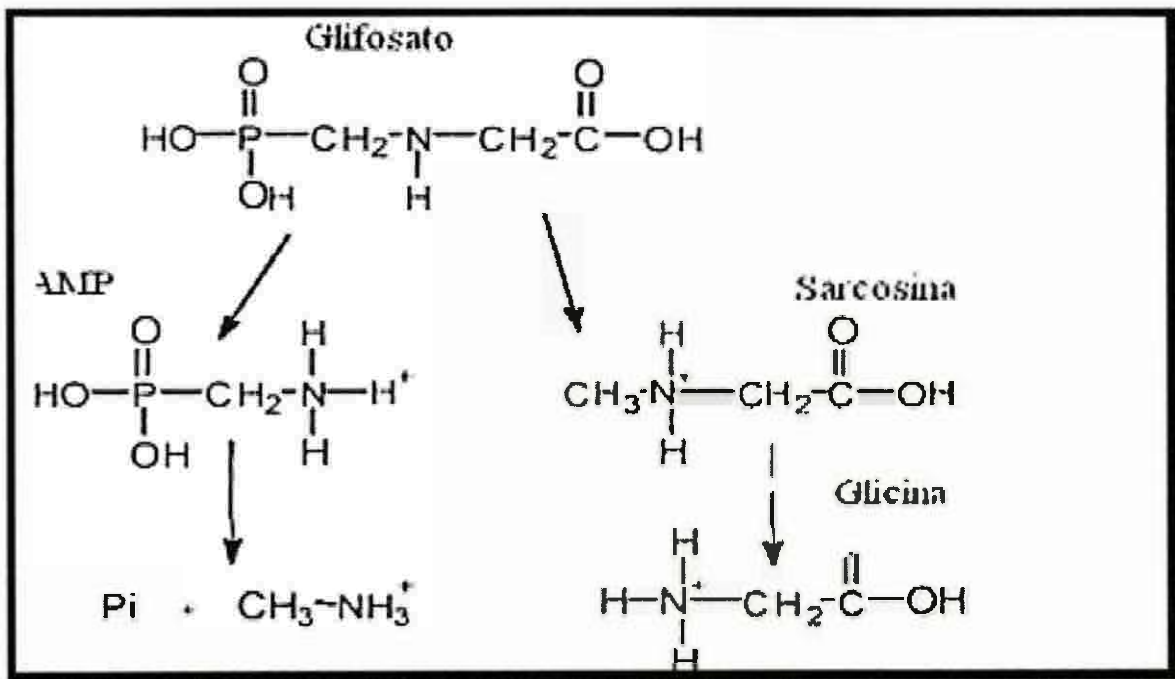


Figura 3. Transformación del glifosato al entrar al suelo en sarcosina y Ampa.

Fuente: (Parada MM. 2007)

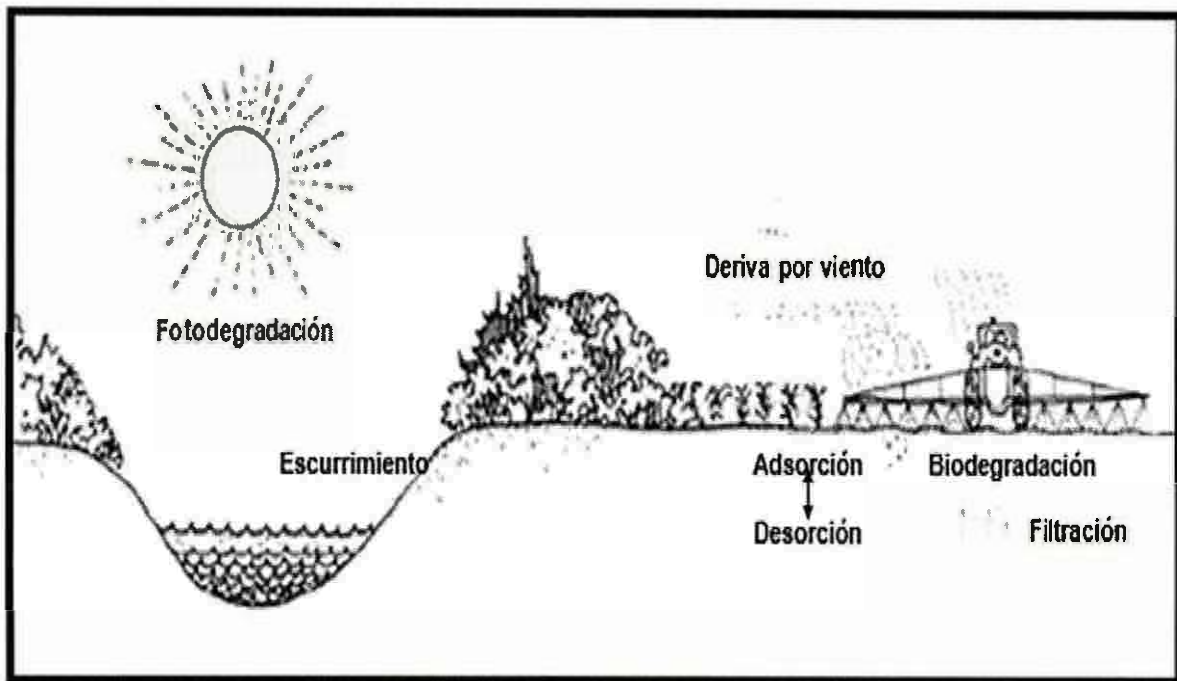


Figura 4. Condiciones ambientales de intercambio entre herbicidas y suelo.

Fuente: (Solange MV, 2011).

Los Investigadores (Burger Y Fernández, 2004) especifican que el tiempo óptimo de un 50% para la biodegradación de glifosato en suelo ocurre de dos a tres días en condiciones anaeróbicas

Uno de los documentos científicos concluye que es necesario conocer si la tierra ha tenido aplicaciones de herbicidas anteriores ya que si hay residuos pueden causar daños remanentes de fitotoxicidad a cultivos futuros; la diversidad microbiana del suelo es importante ya que esta ejecuta un papel esencial y de calidad en la degradación de materia orgánica, desarrollo de humus, flujo de energía, solubilización de nutrientes esenciales como el fosforo, descomposición de xenobióticos y fijación de nitrógeno atmosférico. También depende del clima y las dosis; en la figura 4. Se muestra los factores que influyen para el proceso de degradación de glifosato (Bozzo, 2010).

Mecanismo de Acción

(2005, Monroy y col.,) Demuestra que glifosato ejerce su acción al ser rociado sobre la maleza penetrando a través de las hojas y es difundido a distintos organismos donde es un metabolizado. Al encontrarse dentro de la planta este comienza a inhibir la biosíntesis de sus aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano; estos son compuestos que ayudan a la formación de proteínas.

Específicamente glifosato empieza al bloquear una enzima de la vía chiquimato específica en plantas; la cual es llamada 5-enulpiruvil-chiquimato-3-fofato sintetasa (EPSPS), esta enzima cataliza la reacción entre chiquimato 3-fofato (S3P) y fosfoenolpiruvato (PEP) para formar 5-enolpiruvil-shiquimato 3-fofato y fosforo inorgánico (Pi) figura 5. (Gonzales y col., 2013). Este penúltimo paso de la vía para la biosíntesis de aminoácidos aromáticos y otros metabolitos secundarios entre los que se encuentran tetrahidrofalato, ubiquinona y vitamina K; los cuales son importantes en el desarrollo de la planta. El ácido chiquímico es un sustrato para la biosíntesis de aromáticos y metabolitos secundarios. Esta vía se encuentra presente solo en las plantas y microorganismos, no en mamíferos, peces, aves e insectos (Eslava y col., 2007).

Glifosato tiene la capacidad de bloquear el ácido indolacético, este es una hormona que interfiere en el crecimiento celular, la clorofila y las proteínas involucradas en la síntesis de azúcares y desintoxicación de la planta (Groot RH y Ortiz CS. 2005). Este herbicida afecta otras dos enzimas que se encuentran unidas al ácido chiquimato conocidas como clorismato mutasa y prefenato hidratasa. Por tanto, también puede afectar otras enzimas no relacionadas con esta vía; este es demostrado en el Artículo (Ramírez y col., 2003).

La reacción en la planta empieza a notarse al paso de una semana post-exposición cuando aparece la clorosis (amarilla pimienta) y bloqueo del desarrollo de las hojas jóvenes y punto de crecimiento. (Ramírez y col., 2003).

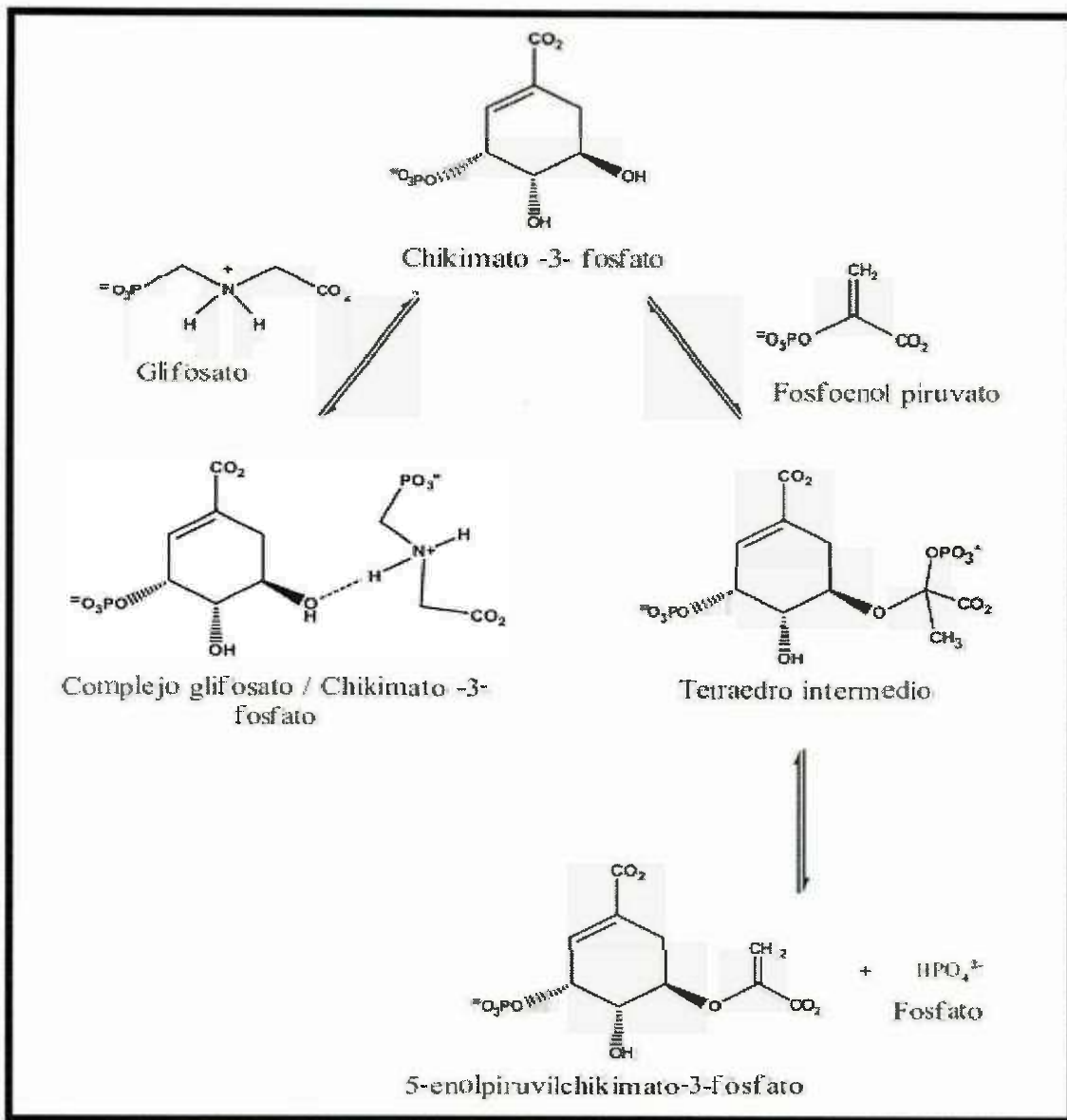


Figura 5. Mecanismo de Acción del Glifosato Vía Chiquimato.

Fuente: (Ramírez y col.,2003)

Registro de la contaminación por glifosato en los Valles Yaqui Mayo Sonora (y Municipios)

En México, la contaminación por malas hierbas específicamente en los cultivos de hoja ancha es mayormente causada por: correhuela perenne, avena silvestre, alpistillo, malva, chuales, girasol silvestre, mostaza, entre otras. Estas son muy competidoras con el trigo; en el sur de Sonora estas son un problema muy importante ya que provocan daños (Figura 6).

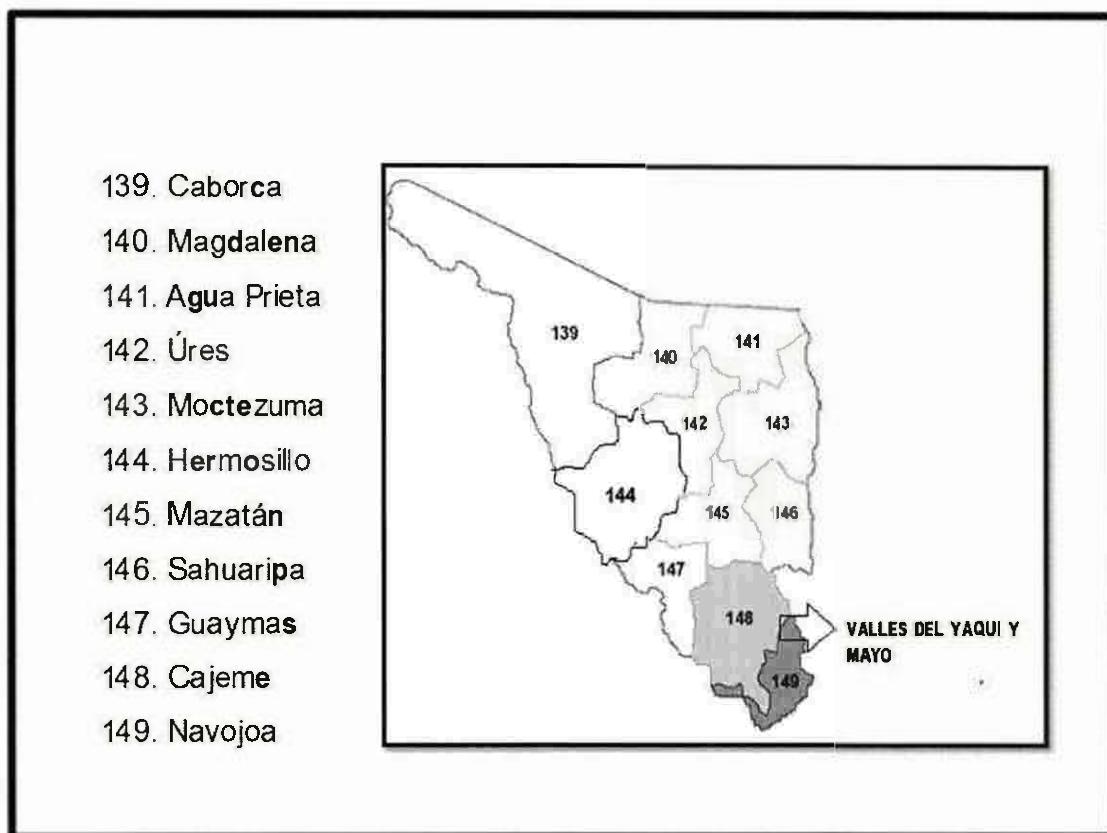


Figura 6. Municipios de Sonora.

Fuente: Imagen Tomada y Modificada de (Bracamontes Col., 2011)

Para lograr un buen control de producción y calidad es utilizado el herbicida glifosato según sus dosis específicas; la época indicada de aplicación tiene que coincidir con la época fenológica de inicio de botones florales ya que es cuando tiene mayor eficiencia (Cortes y col., 2011).

El sur de Sonora es una región frijolera tradicionalmente la siembra se realiza en dos temporadas otoño-invierno y primavera verano. Siendo un cultivo practicado hace 5000 años A.C. El frijol es una de las semillas más proteínicas de las leguminosas. Este cultivo es contaminado por maleza perene como correhuela y zacate Johnson cuando se encuentran en crecimiento; para erradicar este mal es recomendable utilizar el herbicida glifosato (faena) (Padilla y col., 2009).

En Navojoa según información proporcionada por el investigador del INIFAT (Instituto Nacional de Investigadores Agrícolas y Agropecuarios). Sánchez SE. 2016. El herbicida glifosato es uno de los más utilizados en la agricultura para el control de malezas de todo tipo entre ellas la correhuela que es perene. También en el maíz en los meses de abril y mayo cuando no hay cultivo. Indicando que glifosato no tiene efecto en tallos leñosos. Más en tallos verdes los destruye. El menciona que cuando glifosato cae al suelo pierde su acción. Es aplicado en canales en malezas flotantes esto cuando ha terminado el ciclo de riego cuando cierran la presa esto para más efectividad.

Su aplicación es por medio de mochilas o tractores aspersores de forma directa a hacia la planta; indicándoles a los trabajadores las instrucciones de uso y medidas de seguridad, más sin embargo no todos toman en serio esta información y no siguen el reglamento.

Realizando una investigación personal acerca de la venta de glifosato en Navojoa en la empresa de Agroinsumos, la cual nos proporcionó, los siguientes datos reportados de la venta anual de glifosato y sus genéricos en el año 2015, especificando que glifosato y sus genéricos son de los más vendidos por efectividad y economía en esta empresa. En la Figura 7, se observan los derivantes de glifosato más vendidos en este establecimiento en Navojoa, Sonora, los cuales son Velfosato el del cual se venden 14400 litros por temporada, Faena fuerte: 3580 litros, Secafin: 1350 litros, Durango: 2240 litros. (Fuente: Agroinsumos, 2015).



Figura 7. Glifosato y sus Genéricos más Vendidos en la empresa de Agroinsumos en Navojoa Fuente: (Comunicación personal, 2016).

EFFECTOS BIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS DEL GLIFOSATO EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL

Aspectos Biológicos

La Organización Mundial de la Salud a glifosato lo clasifico como categoría I extremadamente peligroso. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) reclasifico a todo herbicida que contenga glifosato a categoría II altamente tóxico (Eco portal 2008). La química del glifosato es muy importante para detectar su finalidad en el medio ambiente (Conicet, 2009).

Estudios científicos realizados informan la regulación toxicológica de glifosato, uno de ellos es el Marco Regulatorio Mexicano (COFEPRIS) en su apartado de plaguicidas (2009) clasifican a glifosato como fosfometilglicina grado IV de toxicidad (Salazar y Aldana, 2011). Independientemente de sus beneficios, es claro que son sustancias químicas deliberadamente tóxicas, creadas para interferir algún sistema biológico en particular y que no tienen selectividad; Simultáneamente afectan, en mayor o menor grado, tanto a la especie blanco como a otras categorías de seres vivos, particularmente al ser humano (Ramírez, J. Lacasaña, M. 2001).

Efectos Toxicológicos en la Salud Humana

El efecto tóxico de una sustancia química se manifiesta conforme a la vía de administración, en esta influye la capacidad para entrar al organismo y en la rapidez con la que se distribuye la sustancia tóxica. Información literaria revela que toda reacción químico biológica debe contemplarse como una función de tiempo; porque de este factor es que depende la distribución y persistencia de la sustancia química dentro del organismo vivo; Un agente tóxico es una estructura química específica que posee afinidad de reacción por un receptor específico localizado en el organismo vivo y realiza su acción tóxica, puesto que transforma la función normal de ese sistema biológico (Bello y López, 2001).

Se ha informado que glifosato no es un compuesto con capacidad carcinógena para el hombre, ni provoca mutaciones y que no existen daños a las células al ser

expuestas a glifosato, que relativamente posee baja toxicidad para el hombre y animales, puesto que distintas compañías llegan a la conclusión que glifosato no daña la salud de los seres humanos al ser expuestos normalmente a su uso; Sin embargo, existen investigaciones científicas que demuestran lo contrario y manifiestan la peligrosidad de este herbicida y su impacto en la salud de los seres humanos (Gonzales y col., 2013).

Investigadores científicos han clasificado al ingrediente activo glifosato como categoría I extremadamente tóxico. El equipo norteamericano de científicos independientes (NCAP) ha demostrado la toxicidad de glifosato; dentro de esta investigación se han identificado daños secundarios en todas las clases referentes a estudios toxicológicos. Dentro de estos estudios se encuentran daños subcrónicos, crónicos, carcinogénicos, mutagénicos, y reproductivos (Kaczewer, 2002).

Entre 1984 y 1986 en Colombia, se presentaron denuncias de trabajadores indígenas y campesinos a causa de las aspersiones con glifosato por problemas en la salud producidos por el químico (Fernández, 2002).

Una investigación demostró que el herbicida glifosato que es tan utilizado a nivel mundial provoca daños a células humanas expuestas a este. Mediante una prueba cometa midieron la genotoxicidad del glifosato en distintos tipos de células sus resultados fueron: para la citotoxicidad crónica las células GM38 (fibroblastos humanos primarios) y las HT1080 (fibrosarcoma humano) en las cuales se observó un daño específico a la dosis después del tratamiento con glifosato en concentraciones de 5,2 a 8,5 mM y 0,9 a 3,0 mM, respectivamente; Este trabajo lo realizaron utilizando una prueba cometa alcalina, electroforesis también implementaron el cultivo celular en microplacas; En la citotoxicidad aguda obtuvieron, que las células GM38 y las HT1080 expuestas a un nivel de concentraciones de 4,0 a 7,0 mM, 4,5 a 5,75 mM y 4,0 a 7,0 mM, respectivamente, observando una viabilidad por encima de 80% (Monroy y col., 2005). Demostraron el efecto provocado en el ADN después del tratamiento con glifosato en concentraciones de 4,0 a 6,5 mM para las células GM38 y de 4,75 a 5,75 mM para las células HT1080. Y así concluyeron que este herbicida causa alteraciones a la estructura del ADN humano la figura 8 muestra los daños morfológicos en la estructura del ADN en los dos parámetros: la longitud de la cola del cometa o migración del ADN y la morfología del cometa. Las células fueron observadas con un microscopio de inmunofluorescencia Zeiss con un filtro BP 546/10 nm y un filtro de barrido de 590 nm (Monroy y col., 2005).

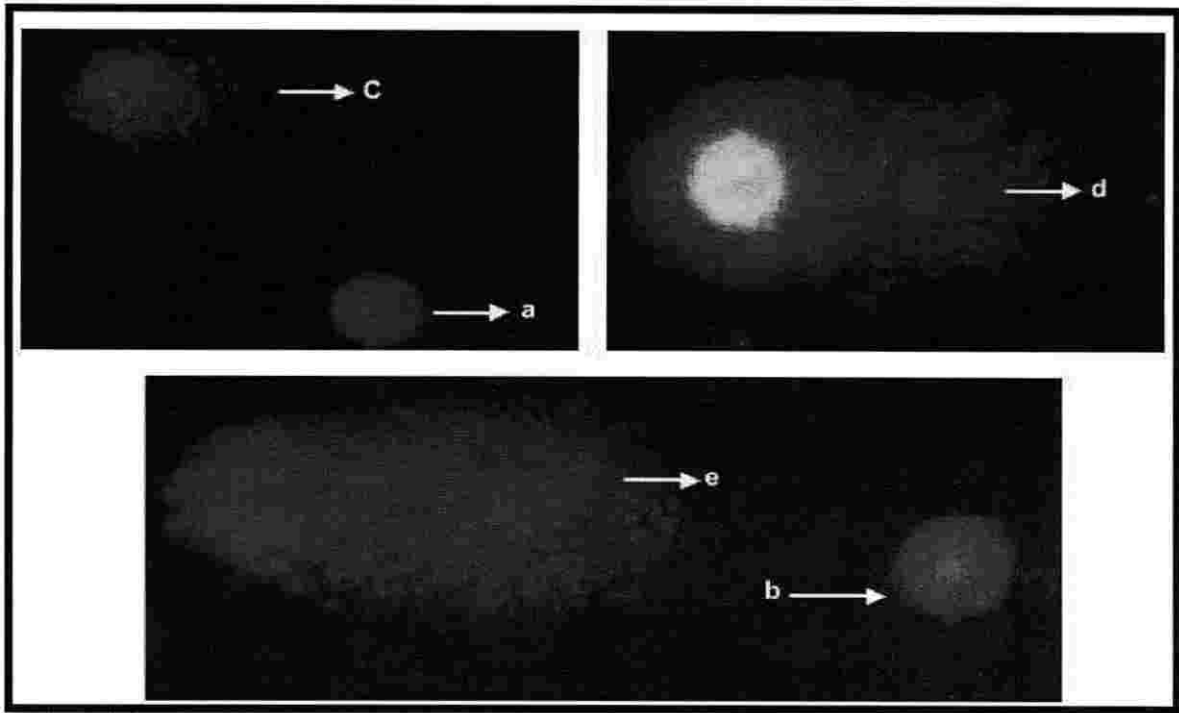


Figura 8. La imagen muestra la clasificación morfológica de los núcleos en ensayo cometa en cinco tipos: a) sin daño a la estructura del ADN, b) daño al ADN, c) daño medio, d) daño alto, e) daño total a la estructura del ADN.

Fuente (Monroy y col., 2005).

Resultados obtenidos en pruebas realizadas por (Díaz, 2008). En linfocitos humanos los cuales aislaron en sangre por medio de Histopaque 1077, su gradiente concentración lo realizo con 3ml de sangre a 3 ml de Histopaque centrifugada a 400 gr y lisado los eritrocitos con solución salina taponeada con los fosfatos (PBS 1X) cultivando los linfocitos en un medio McCoy's 5A. Al observar los efectos provocados al ser expuestos a glifosato. Se dieron cuenta que ocurrió un daño citogenético, aberraciones cromosómicas, intercambio de cromátidas humanas, micronucleolos y daños al ADN. Para este estudio los investigadores utilizaron la técnica de electroforesis de células individuales, y ADN en escalera; la cual permite detectar alteraciones a nivel molecular por la presencia de fragmentación del genoma. En este documento se estableció que existe una relación entre la dosis y la exposición al herbicida y se manifiesta en alteraciones celulares (Monroy y col., 2005).

Un estudio realizado en Alemania mediante pruebas ELISA, cromatografía de gases y espectroscopia de masas corroborando el método analítico los coeficientes de correlación entre ELISA y GC-MSMS fueron 0,96, 0,87, 0,97, y 0,96 para orinas ganado, orinas humanas, muestras de orina de conejo y tejidos, respectivamente. La tasa de recuperación de glifosato en la carne de púas era 91% demostraron que el glifosato es detectable en el intestino, hígado, músculo, bazo y tejido renal en muestras animales y humanas. La presencia de glifosato en la orina y su acumulación en los tejidos animales es alarmante incluso a bajas concentraciones; el artículo especifica que los residuos de glifosato podría llegar a los seres humanos y animales a través de la alimentación y que son excretados por la orina (Krüger y col., 2014). Por otra parte, otro artículo manifiesta que las dosis más altas todavía por debajo de la dilución agrícola clásica, con respecto a la toxicidad de las células de placenta podrían reducir algunos de los problemas de reproducción (Richard y col., 2005).

Un parámetro importante para la eficiencia y selectividad de un herbicida consiste en la retención foliar y el Angulo de contacto; puesto que este es quien especifica la cantidad máxima del herbicida que puede entrar a la planta (Torralba, 2012).

Usando una prueba aguda biológica y utilizando a erizos de océano en desarrollo temprano los cuales son un poderoso modelo para investigación de los efectos que producen los diversos químicos. Investigadores demostraron que roundup es toxico en su transcripción la cual es un proceso fundamental biológico. Glifosato es un agente permeabilizante y desregulador del ciclo celular. Para el ser humano es importante tener en cuenta que glifosato jamás se pulveriza para el uso son los componentes de la formulación (Marc y col., 2004).

Dosis

La dosis estimada que es necesaria ingerir para que provoque la muerte del 50% de animales de laboratorio es DL50 (dosis letal 50) la cual es expresada en mg/kg según el informe de la (Universidad Nacional del Litoral, 2010).

Tabla 5. Dosis aéreas aplicadas a distintas distancias pulverizadas con vientos de 10 km/h.

% de Dosis	Distancia (m)
3	5
0.3	10
0.2	20
0.05	50

Fuente: (Universidad Nacional del Litoral, 2010)

En este se especifica que las fumigaciones solo se realizaran desde el lugar de aportaciones hasta el cultivo jamás en áreas urbanas.

Tabla 6. Desplazamiento de gotas conforme a su tamaño con vientos de 10 km/h.

Diámetro de gota	Velocidad terminal (m.s ⁻¹)	Desplazamiento en m
100	0.3	18
200	1.2	6.5
300	2	4

Fuente: (Universidad Nacional del Litoral, 2010).

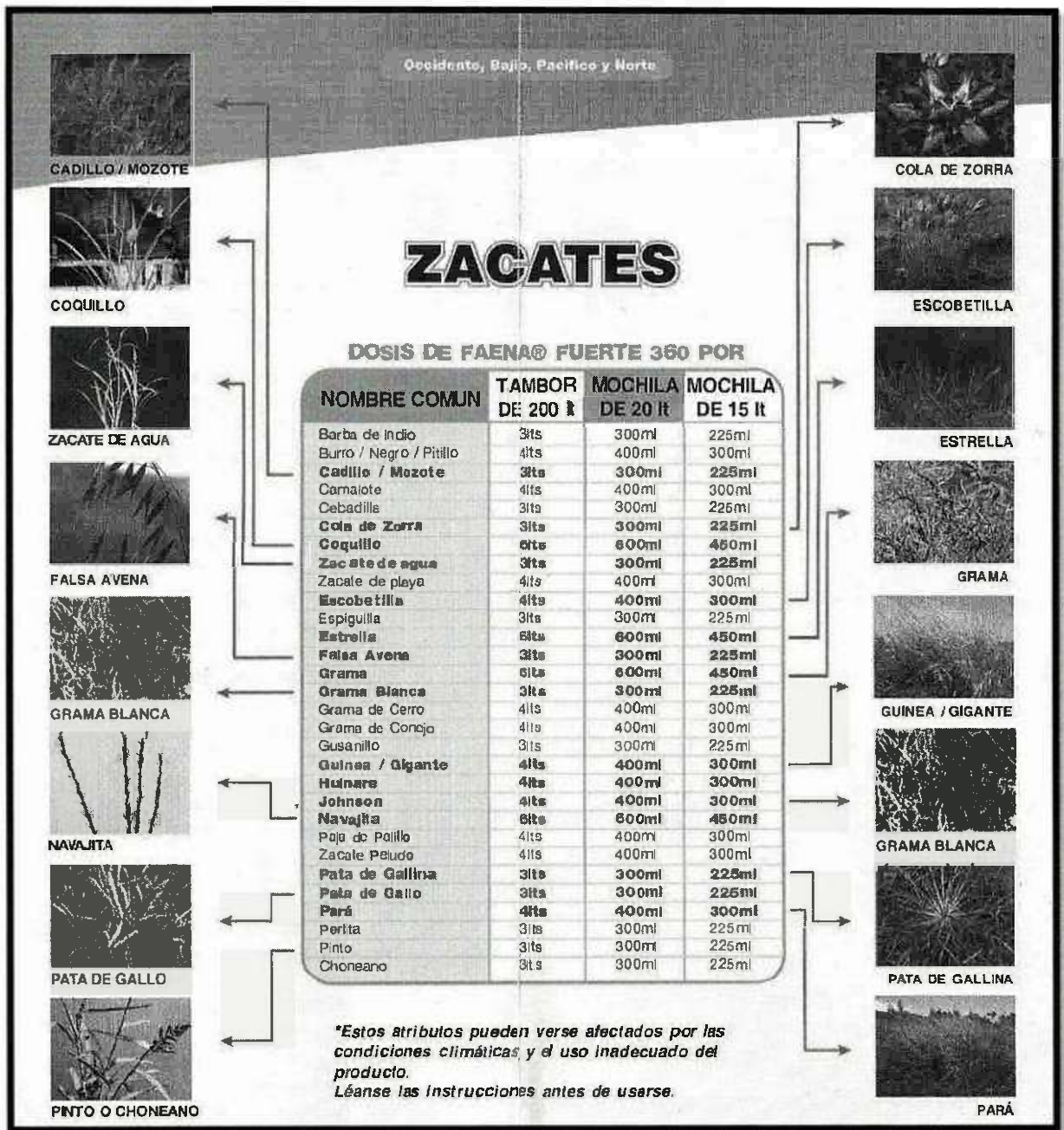


Figura 9. Dosis destinadas para cada tipo de malezas en zacates.

H O J A A N C H A**DOSIS DE FAENA® FUERTE 360 POR**

NOMBRE COMUN	TAMBOR DE 200 lt	MOCHILA DE 20 lt	MOCHILA DE 15 lt
Amor seco	3ts	300ml	225ml
Ándin de agua	3ts	300ml	225ml
Año	3ts	300ml	225ml
Amica	3ts	300ml	225ml
Correhuela	3ts	600ml	450ml
Quilte / Becho espinoso	3ts	300ml	225ml
Bledo / Quelite	3ts	300ml	225ml
Boita de Hilo	4ts	400ml	300ml
Bomus	3ts	300ml	225ml
Castillo	3ts	300ml	225ml
Canarancillo	3ts	300ml	225ml
Campanita / Bejuco	4ts	400ml	300ml
Carita de Zarate	3ts	300ml	225ml
Caretila	4ts	400ml	300ml
Cominita/Comino	3ts	300ml	225ml
Cráilo	3ts	300ml	225ml
Chilo de perro	4ts	400ml	300ml
Dormilona	3ts	300ml	225ml
Euforbia Blanca	4ts	400ml	300ml
Flor Amarilla	3ts	300ml	225ml
Mozote / Flor Amarilla	3ts	300ml	225ml
Aceitilla	4ts	400ml	300ml
Lechosas / Flor de Pascua	4ts	400ml	300ml
Gloria de la mañana	4ts	400ml	300ml
Golondrina	3ts	300ml	225ml
Guacalpara	3ts	300ml	225ml
Guayabilla / Alfilerio	3ts	600ml	450ml
Gusanillo	3ts	300ml	225ml
Flor morada / hierba del cancer	3ts	400ml	300ml
Hierba mora / Chivillo	3ts	300ml	225ml
Jcamilla	4ts	400ml	300ml
Lanten / Platanillo	4ts	400ml	300ml
Malva	3ts	300ml	225ml
Oreja de ratón	8ts	600ml	450ml
Pestañas de virgen	3ts	300ml	225ml
Pinilo	3ts	300ml	225ml
Platanillo	6ts	600ml	450ml
Ramoncillo	3ts	300ml	225ml
Toloache	3ts	300ml	225ml
Trébol	3ts	300ml	225ml
Tridax	4ts	400ml	300ml
Tripa de Pollo	6ts	600ml	450ml
Vieta	3ts	300ml	225ml
Lengua de vaca	6ts	600ml	450ml
Choyotillo	6ts	600ml	450ml



CORREHUELA



CADILLO



DORMILONA



EUFORBIA BLANCA



ACEITILLA



GLORIA DE LA MAÑANA



OREJA DE RATÓN



BLEDO / QUELITE



CAMPANITA / BEJUCO



MOZOTE/FLOR AMARILLA



LECHOSAS/FLOR DE PASCUA



HIERBA MORA/CHILILLO



MALVA



TOLOACHE



TRIPA DE POLLO

Figura 10. Dosis destinadas a cada tipo de hoja ancha

Actividad de Glifosato en el Medio Ambiente

Suelo

Según información literaria el tiempo para que glifosato sea degradado 50% en el suelo es de dos a tres días. Glifosato tiene la capacidad de moverse del tejido vegetal hacia el suelo produciendo daños al ecosistema; manifestado que el herbicida permanece activo en el medio ambiente y es posible encontrarlo en lechugas, zanahorias y cebada. Este herbicida podría afectar a insectos benéficos como la avispa parasitaria y mariquitas entre otros. Informes revelan que glifosato daña a las lombrices de la tierra, así también a hongos que son benéficos para la tierra y también impide la fijación del nitrógeno y aumenta la vulnerabilidad a los cultivos a enfermedades (The Ecologist.1998).

Cuando glifosato se encuentra en suelo empieza a competir con el fósforo, esto influenciado en gran manera por las características del suelo como el potencial de fijación del fósforo, hierro, pH, capacidad de intercambio catiónico y según el contenido de arena y componentes orgánicos del suelo (Salazar y Aldana, 2011).

Un estudio realizado en plantaciones de olivo donde trabajaron con dos tipos de suelos, en los cuales uno de ellos no tenía aplicaciones de agroquímicos a un año antes del muestreo y el otro suelo mostraba repetidas aplicaciones de agroquímicos entre estos el glifosato. Utilizando técnicas de espectrofotometría para el análisis de la actividad microbiana (Bortuli y col., 2012). Concluyeron que a elevadas concentraciones de glifosato puede dañar la estructura y con ello la actividad de poblaciones microbianas del suelo. También exaltaron que el herbicida mostro más efecto en el suelo que no contaba con agroquímicos anteriores.

Glifosato cuenta con un bajo nivel de lixiviación porque es absorbido rápidamente por las partículas del suelo como arcillas, óxido hidroso y minerales suspendidos en agua. Es descompuesto por microorganismos en un nivel de suelo, sedimento acuático y agua a su principal metabolito aminoaminometilfosfónico (AMPA) (Ramírez y col., 2003).

La persistencia y la degradación de glifosato en el suelo depende de la cantidad de la dosis ya que esta es la causante de los daños a la actividad biológica del suelo (Ramírez y col., 2003). Utilizando pruebas de germinación e actividad enzimática; con 50 muestras de semillas y utilizando roundup comercial Monsanto con una concentración de 363 g/l de glifosato, reportaron que la inhibición se reflejó a la concentración superior a 5 µl/ml indicando así efecto fisiológico sobre el uso de glifosato en semillas de maíz. Indicando que glifosato sí puede provocar daños a especies vegetales no objeto (Cogua y Duque, 2015).

Agua

Investigaciones científicas informan que glifosato provoca daño a la flora y la fauna acuática ya que puede contaminar corrientes de agua al disiparse rápidamente de las aguas superficiales a los lagos, o lagunas a consecuencia de derrames provenientes de los residuos de la aplicación de herbicidas. Estos efectos se encuentran desde las algas microscópicas hasta peces y moluscos. Los efectos que los investigadores encontraron son los siguientes. En invertebrados de agua dulce como los rotíferos ocurre una reducción de vida y de reproducción. En fitoplancton o plancton vegetal hay cambios en su estructura, en gusanos acuáticos mueren más rápido. Investigaciones nuevas demostraron que hay daños genotóxicos en los glóbulos rojos en anguilas europeas al ser expuestas por un corto tiempo al herbicida (Riley y col., 2011).

Glifosato puede actuar como disruptor endocrino en los peces principalmente cuando se encuentran en estado larvario causando alteraciones en su desarrollo sexual, comportamiento y fertilidad (Ramírez y col., 2003). Entre otras afecciones se encuentran alteraciones enzimáticas como carboxilesterasa, acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa y glutatión s-transferasa (GST) en *R. arenarum*; estas alteraciones dependen del tipo de organismo o compuesto, también la concentración de glifosato y el tiempo de exposición (Salazar y Aldana, 2011).

Un estudio realizado por (Sasal y col., 2009) en dos estaciones experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicadas en la Pampa Ondulada (Argentina) y Paraná en la provincia de Entre Ríos. Mostraron la lixiviación y escurrimiento de glifosato indicando que puede ser transportado hacia las capas profundas del suelo debido al flujo preferencial por macroporos o hacia sitios de agua superficiales cuando su aplicación es realizada en momentos anteriores a lluvias intensas con esto encontraron glifosato en vegetales en aguas de escurrimiento de drenaje a distintas concentraciones bajas pero que pueden tener efecto bioacumulación y así provocar daños a la cadena alimentaria.

Aire

El viento puede causar que la aspersion aérea afecte a organismos que no son blanco de fumigación un efecto puede ser provocado por el arrastre del aire de unión a partículas figura 7. Se muestra como glifosato es trasladado según las corrientes del viento y los efectos que va provocando en el medio ambiente hasta llegar al ser humano (Riley y col., 2011).

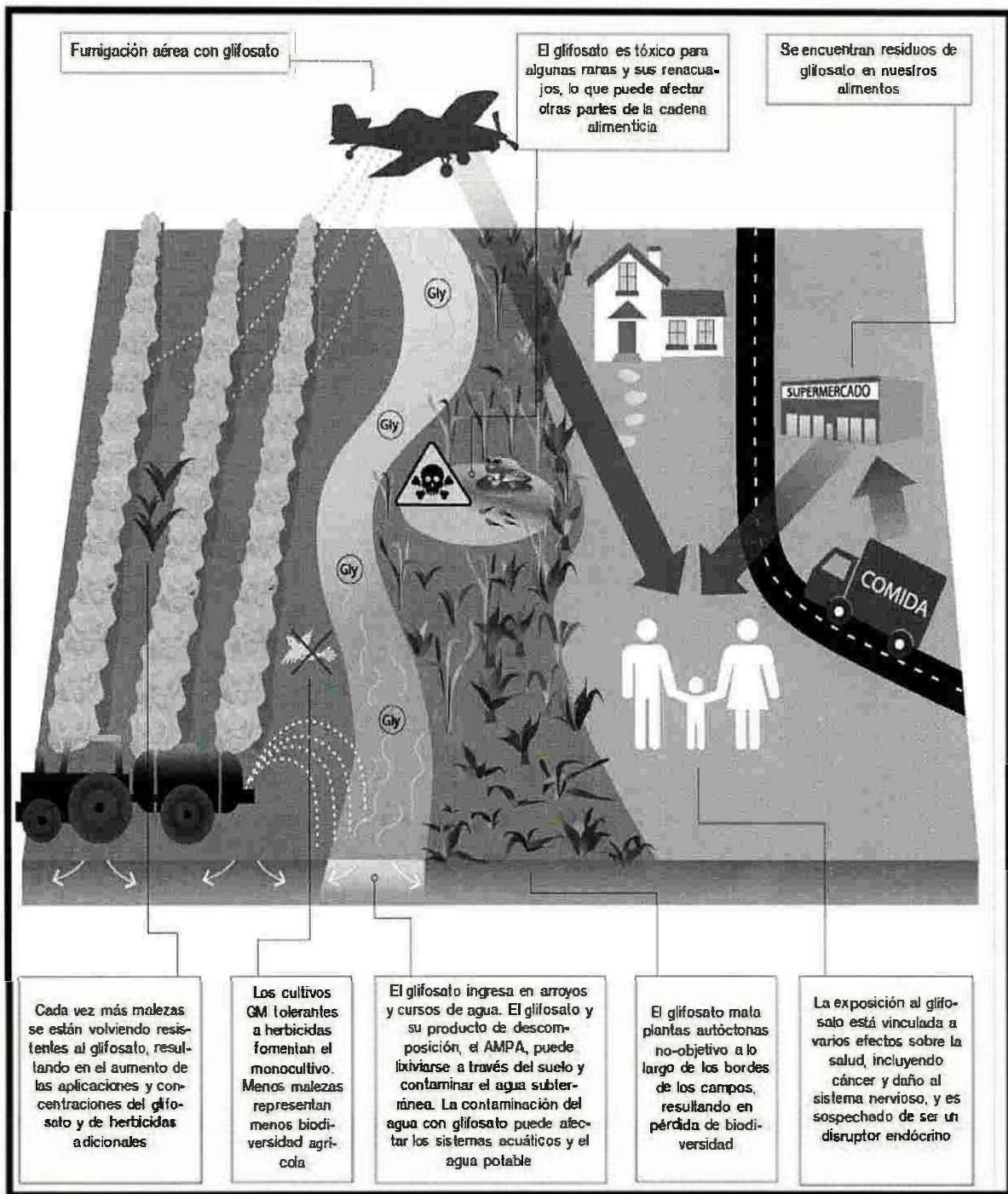


Figura 11. Efectos del glifosato sobre el medio ambiente y la salud humana.

Fuente: (Riley y Col., 2011)

Vías de Exposición

Las investigaciones actuales muestran la toxicidad de herbicidas al exponerse por un tiempo prolongado, que lo llevan a un uso generalizado en la industria, áreas verdes, en el hogar entre otros; la actividad laboral es una fuente de exposición para los trabajadores agrícolas y sus familias, también los empleados de la empresa fabricante del químico, en las personas que lo esparcen en fumigaciones, de manera general todos los involucrados en la elaboración, los que lo transportan, almacenan, etc. En si la exposición afecta a la población de manera general. Otra de las vías de exposición es la alimenticia (Ramírez y Lacasaña, 2001).

El uso de herbicidas es muy variado, glifosato cuenta con características físico químicas y ecotóxicas. Son muchas sus formulaciones y su uso es potencial a nivel mundial; a causa de esto es necesaria su evaluación constante de corto, mediano y a largo plazo con respecto a los efectos de este herbicida en la salud humana (CONICET, 2009). Este producto es elaborado como líquido, sólido o tableta y es aplicado con equipos terrestres o aéreos (Bustos, 2012). Las vías de exposición citadas en artículos y la hoja del químico son contacto directo e indirecto, la inhalación y dermal como principales ya que el contacto directo con el químico causar: irritación ocular y nasal y alergias. La ingestión oral puede causar daño gastrointestinal, irritación en la boca, diarrea, náuseas y vómito. Una dosis alta puede causar hipotensión y edema pulmonar (Monsanto Comercial, S.A. de C.V.2003).

PLAGUICIDAS EMPLEADOS EN MEXICO Y PROHIBIDOS EN OTROS PAISES

El consumo de plaguicidas en el año 2004 a 2009 a nivel mundial fue de 763913.93 toneladas. México utilizó 16.1% (122 990 toneladas) llegando a un consumo mundial total de 21.6 % en 2009 conforme a los datos obtenidos por la FAO de la organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura. Publicado por (Salazar y Aldana, 2011).

Un artículo menciona que el catálogo oficial de plaguicidas autorizados en México por parte de la comisión federal contra la protección de riesgos fitosanitarios (COFEPRIS) no tiene un monitoreo de los plaguicidas que son altamente peligrosos y no ha revisado ni actualizado las sustancias que ya fueron prohibidas en otros países. Aun se usan regularmente componentes químicos altamente peligrosos como diazinón, malatión, metomil, abamectin, clorpirifos, endosulfán, metamida, metil paratión, azinofos-metil, carbaril, cipermetrin, esfenvalerato, fenvalerato, imidacloprid, lambda-cyhalotrin, permetrín y triclorfon. La red de acción sobre los plaguicidas y alternativas en México (RAPAM)² específico que aproximadamente 186 plaguicidas que han sido considerados como altamente peligrosos y cuentan con autorización y registro por parte del COFEPRIS y del servicio Nacional de Sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria (senasica) recomiendan su comercialización y aplicación en el campo en la tabla 10. Los plaguicidas más vendidos en México son los herbicidas Gramoxone® (paraquat) y Faena® (glifosato), insecticidas (metil paratión, metamidofos, malatión) y los fungicidas manzate® (mocozeb), Daconil® (clorotalonil) (Laso y col., 2011).

Dentro de México se utilizan plaguicidas que fueron prohibidos en otros países por el riesgo que estos provocan al medio ambiente y a la salud, destacando los estados de Sinaloa, Chiapas, Jalisco-Nayarit-Colima, Sonora- Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca, como los de mayor incidencia de aplicación de los plaguicidas mencionados (Tabla 10) (Gonzales y col., 2010).

Tabla 8. Plaguicidas prohibidos en otros países

Captan	Fosfamidón	Monocrotofos	Sulprofos
Carbarilo	Kadetrina	Ometoato	Tamarón
Carbofuran	Linuron	Oxifluorfe	Triazofos
Dicofol	Maneb	Paraquat (Gramoxone)	Tridemorf
Diuron	Metamidofos	Paratión	Forato
Endosulfán	Metidatión	Metílico	Metidation

Fuente Tomada y modificada de (Laso y col., 2011).

Contaminación Por Plaguicidas en Sonora

La agricultura moderna ha pasado por distintas etapas de evolución en el norte de México está ubicado el estado de Sonora en él se concentran grandes tierras en producción agrícola siendo este uno de los más importantes del país según la FAO. La tierra en Sonora es árida y en tiempos de verano se han registrado temperaturas hasta de 50°C. Esto significa que puede producir excelentes cultivos inclusive en áreas desérticas donde hay disponibilidad de agua. Es aquí donde el ganador del premio Nobel de la paz Norman E. Bourlaug y su equipo pusieron en marcha nuevos cultivos de trigo de elevado rendimiento quienes condujeron a la llamada revolución verde (Depósitos de documentos de la FAO 2013).

Según datos Sonora tiene un territorio de 18,484, 644 hectáreas. La superficie de uso agrícola es de 759,476 hectáreas de las cuales 653,370 son de riego y 50,000 de temporal y en total representan el 4.1% del total de la superficie del estado. Sonora cuenta con 2, 499,263 habitantes según (Recho A. 2015).

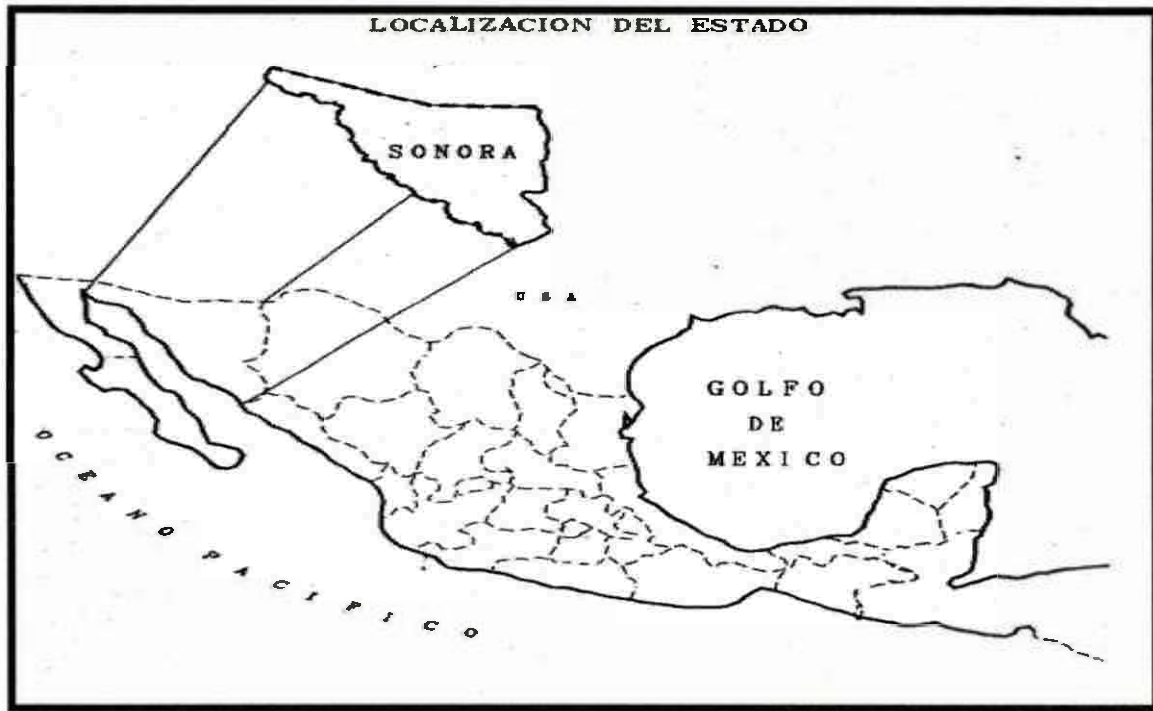


Figura 12 .Localización del estado de Sonora.

Fuente: (Tesis Capitulo III).

La agricultura utiliza grandes cantidades de sustancias químicas como los plaguicidas los cuales al ser usados sin un buen control causan la contaminación del subsuelo a causa de infiltraciones como las corrientes superficiales y también provocan daños en los centros de abastecimientos de agua. Existe información publicada sobre los niveles de contaminación de plaguicidas en las bahías de Sonora, realizado por el centro de investigaciones científicas y agropecuarias de la Universidad de Sonora publicadas en 1985; este abarco las Bahías de Lobos y de Yavaros, estas son las más importantes ya que son el centro donde se reciben las aguas de retorno agrícola de distrito de riego 41 del Valle del Yaqui y 38 del Valle del Mayo. En esta investigación los plaguicidas encontrados en mayor grado fueron: DDT, aldrin, heptacloro y lindano. También fueron encontrados en valores menores: diazinon, dieldrin, y paration. También se analizó canal que abastece el poblado de Villa Juárez en donde detectaron plaguicidas en 14 de 25 muestras analizadas estos fueron endosulfan y endrin (Tesis capitulo III).

María Isabel Silveira Gramont, menciona que en 2005 realizó una investigación de tres herbicidas utilizados en localidades de Sonora las cuales estaban muy olvidadas y observo que las más afectadas por la contaminación de plaguicidas están a solo 650 m del campo de agrícola. En su investigación titulada "Riesgos de Contaminación por Plaguicidas Agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural de Hermosillo", la investigadora del Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA) de la Universidad de Sonora.

La investigadora mostro datos de su investigación en la región de Hermosillo explicando que para el trigo que es uno de los principales cultivos se utilizan en utilizan 1,228 productos comerciales de plaguicidas. De los cuales, 206 son fungicidas, 484 son herbicidas y 538 son insecticidas. Manifestando que los principios activos de los herbicidas de mayor frecuencia utilizados son: los fungicidas Clorotalonil y Mancozeb; los herbicidas 2-4D, Glifosato y Paraquat, y los insecticidas Dimetoato, Malatión y Paratión metílico. Detallando que algunos de estos han sido prohibidos en otros países (Noticias UNISON 2014).

Contaminación por plaguicidas en el Valle del Yaqui y Mayo

Un trabajo de investigación demostró que en el Valle del Yaqui existe contaminación a causa del uso excesivo de plaguicidas encontrando estos agroquímicos en muestras de agua, suelo, flora y fauna también en las personas que viven en los alrededores. Los técnicos y trabajadores agrícolas del Valle del Yaqui y del Valle del Mayo le han puesto "Valle de la Muerte". En consecuencia, de la gran contaminación por plaguicidas y provocando muerte y enfermedades como el cáncer en la (Tabla 11) (Ayala M. 2012).

Tabla 9. Algunos de los plaguicidas contaminantes encontrados fueron los organoclorados en muestras ambientales y biológicas.

LUGAR AFECTADO	TIPO DE MUESTRA	AGROQUIMICO
Valle del Yaqui y Mayo	Muestra de suelo	Aldrin, endosulfan, p'p-DDE, endrin, p'p-DDD(TDE), p'p DDT, lindano, entre otros.
Potam y Ciudad Obregón	Muestras biológicas	DDT y sus metabolitos p'p DDE y p'p DDD.

Fuente (Ayala M. 2012).

Alternativas al uso de glifosato semillas transgénicas

Los productos transgénicos son aquellos que han pasado por un proceso de cambio en su estructura del ADN recombinante; esta es una técnica utilizada comercialmente a partir de 1996 la cual no tiene medida de sus efectos futuros.

En México hubo 24 experimentos con maíz transgénico en cultivos en 24 lugares de Sonora, Sinaloa, chihuahua y Tamaulipas según el artículo publicado por que concluyo que en México no es necesario el maíz transgénico para la autosuficiencia (Turrent y col., 2010).

Sus beneficios según (Chaparro, 2009) han sido la disminución del uso de agroquímicos como herbicidas e insecticidas, de modo que hay una buena economía ya que hay menos plagas de insectos y enfermedades que atacan a las planta etc. Así mismo hay una baja en los costos de producción.

Riley 180011

Los alimentos transgénicos pueden provocar efectos a los consumidores como provocar problemas nutricionales, sanitarios y daños a la microflora natural del ser humano (Fernández, 2006) Menciona también que podría provocar una resistencia a los antibióticos por uso de marcadores selectivos. Habla también acerca de efectos cancerígenos por la introducción de proteínas que el organismo inmunológico humano puede rechazar.

Investigadores especifican que los alimentos transgénicos han provocado resistencia a los virus e insectos debido a sus genes derivados de los mismos (Martínez y col., 2004). Las semillas transgénicas son producidas por la Empresa Monsanto la mayor productora de semillas genéticamente modificadas, así como de este herbicida glifosato; existe una pequeña relación entre el herbicida y el cultivo. Ellos mencionan que la compañía Monsanto mantiene un grande convenio comercial con la venta de semillas genéticamente modificadas resistente a glifosato y el herbicida (Riley, 2011).

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Las referencias consultadas en el presente trabajo presentan evidencia respecto a que glifosato provoca contaminación en el medio ambiente ya que este puede escurrirse e infiltrarse y llegar a los depósitos de agua. En invertebrados de agua dulce según la documentación encontrada, provocó daños genotóxicos. Además, en peces actúa como disruptor endocrino cuando se encuentran en estado larvario.

Glifosato causa daño a especies que no son objeto a causa de las corrientes de viento arrastre de partículas, escurrimientos de drenaje etc., se demuestra que glifosato puede detectarse en tejidos y en la orina de animales como vacas, conejos y no solo en ellos también en los seres humanos. Se demuestra su genotoxicidad en linfocitos humanos y daños a la estructura del ADN.

Existe una falta de información en los trabajadores agrícolas que están en contacto directo con el herbicida. Ellos no toman las medidas necesarias para el uso y manejo del glifosato; porque no están alertados de los daños crónicos degenerativos que este herbicida podría causarles a largo plazo siendo ellos los más vulnerables, debido a su ignorancia son ellos los más perjudicados. Así mismo, Existe una falta de regularización por parte del país acerca del uso de los herbicidas según la información recaudada hay abusos de estos por parte de los agricultores, sin tomar en cuenta los daños que están provocando. En México aún se utilizan herbicidas que en otros países fueron desechados por el contenido químico que contienen.

Es importante resaltar que en el estado de Sonora es un estado donde hay mucha agricultura y ganadería; tomando los datos proporcionados en este trabajo es que vemos como la contaminación por plaguicidas ha provocado que los Valles Yaqui y Mayo sean llamados valles de la muerte a causa de las enfermedades como es el cancer.

Actualmente hay una gran demanda agroalimentaria y el uso de herbicidas se está aumentando cada vez más. Por ello, se requiere del desarrollo de programas de prevención en el cual los trabajadores jornaleros que están directamente involucrados con los herbicidas; reciban eventualmente información necesaria para trabajar con las sustancias químicas; en cual se les especifique las medidas necesarias de peligrosidad de cada tipo de sustancia, la vestimenta que ellos deben de usar obligatoriamente por su seguridad y la de sus familias, también es bueno mantener un control al respecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Amarante J O P* e Rodríguez TC. 2002. Glifosato: propiedades, toxicidad , usos y legislación. Quim. Nova, Vol. 25, No. 4, 589-593.
- 2.-Ayala M. 2012. Tesis Optimización y estandarización de un método basado en la dispersión de la matriz en fase sólida para el análisis de plaguicidas organoclorados en la leche materna. Instituto tecnológico de Sonora.
- 3.- Bracamonte S, Valle D y Méndez B. (2007). La nueva agricultura sonorense: historia reciente de un viejo negocio. Región y sociedad vol.XIX. pp 51-70 .
- 4.- Bello GJ, López CA. 2001. Fundamentos de toxicología. 2ª Ed. Ediciones Díaz de Santos, S. A. pp XIV-XV
- 5.- Benítez LR. 2012. Plaguicidas y efectos sobre la salud humana: un estado de arte. Revisión bibliográfica. Pp 7-28.
- 6.- Bortuli PV, Verdenell RA, Conforto C, Gil V S. y Meriles JM. 2012. Efectos del herbicida glifosato sobre la estructura y el funcionamiento de comunidades microbianas de dos suelos de plantaciones de olivo. Ecología Austral 22:33-42.
- 7.- Bozzo de Brum. 2010. Persistencia del glifosato y efecto de sucesivas aplicaciones en el cultivo de soja en agricultura continúa en siembra directa sobre parámetros biológicos del suelo. Tesis profesional para obtener el grado de magister en ciencias ambientales. Universidad de la Republica Montevideo, Uruguay.
- 8.- Burger M*, Fernández S†. 2004. Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. Rev Med Uruguay 2004; 20: 202-207.
- 9.- Bustos LM, 2012. Destino ambiental del glifosato en una zona arrocerá del Tolima, Colombia. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Doctor en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Agronomía, Escuela de Posgrados Bogotá, D.C., Colombia.
- 10.- Caen. 2013. Una nueva investigación demuestra que el herbicida más usado en todo el mundo contiene componentes más tóxicos de lo inicialmente esperado.

- 11.- Ceccon, E. 2008 .La Revolución Verde tragedia en dos casos. Ciencias, Vol. 1, Núm. 91, ISSN 0187-6376.pp 21-29. Redalyc.
- 12.- Chaparro-Giraldo, A. 2009. La selección natural y los cultivos transgénicos: ¿un hiato darwinista? Acta Biológica Colombiana, vol. 14. pp. 365-381.
- 13.- Cogua, P y Duque, G.2015. Evaluación de la toxicidad del Roundup en la germinación de semillas de maíz (Zea mays). Ingenium, 9(23). 11-16. Universidad Santiago de Cali
- 14.- Cortés J, Fuentes D, Ortiz E, Tamayo E, Cortez M, Ortiz Á, Félix V, Armenta C.2011. Agronomía del trigo en el sur de Sonora. ISBN 978-607-425-588-1. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias. Libro técnico No.6.
- 15.- (CONICET).Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas .2009. Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente. Informe.
- 16.- Díaz Rivera D. 2008. Efecto citotóxico y genotóxicos del glifosato en fetos humanos. Universidad veracruzana. Tesis profesional de licenciatura. Universidad veracruzana. Xalapa Veracruz. 45 p.
- 17.- Díez de Ulzurum P. 2013. Modos de acción de herbicidas. issn nº: 2250-5342 (versión papel)/ 2250-5350 (versión on-line). Manejo de malezas problema.
- 18.- Eslava Mocha P, Ramírez Duarte W, Rondón Barragán I. 2007.Sobre los efectos del glifosato y sus mezclas impacto en peces nativos. ISBN: 978-958-97780-1-2. Universidad de los Llanos, Pp.150.
- 19.- Félix Hernández. 2010. Aspectos ambientales del uso de glifosato. Análisis de Residuos de Plaguicidas Polares, con especial énfasis en el Herbicida Glifosato: Problemática Analítica.
- 20.- Ferreira N. 2009. Las armas letales del siglo. Ed. 1. xix-ISBN-978-0-557-35997-4
- 21.- Fernández Andrade E. 2002. El narcotráfico y la descomposición política y social: el caso de Colombia. Ed.1ra

- 22.- Fernández Perrino, Francisco José. 2006. Vegetales transgénicos: mitos y realidades desde una perspectiva técnica Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 29, núm. 2, abril-junio, , pp. 95-102 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.
- 23.-González A, Robledo M, Medina D, Velázquez f, Girón P, Quintanilla V, Ostrosky W, Pérez H y Rojas G. (2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México rev. int. contam. ambie. 26 (3) 221-228, 2010.
- 24.- Gonzales TF, Pérez L M, De Prado R.2013. Resistencia a glifosato: aspectos biológicos y agroquímicos.
- 25.- Groot RH, Ortiz CS. 2005. Glifosato. ¿Un riesgo humano?
- 26.- Jerry Doll, 1981. PhD principios básicos sobre la selectividad de los herbicidas. Segunda Ed.1981. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 40 p. (Serie 04SW-01-03).
- 27.- Jorge Kaczewer. 2002. Toxicología del glifosato: riesgos para la salud humana.
- 29.- Krüger M, Schiedorn P, Schrödl W, Wolfgang HH, Lutz H and Shehata A. 2014. Detection of Glyphosate Residues in Animals and Human. Toxicology, et al., J Environ Anal Toxicol 2014, 4:2..
- 30.- Laso S, Martínez E, Escalona F.2015. Agrotóxicos la mancha en tu comida. Greenpeace © México A. C.
- 31.- Mañas F. 2010. Genotoxicidad de Glifosato y su principal metabolito AMPA. Cuantificado por los ensayos de aberraciones cromosómicas, micronúcleos y cometa. Publicado en www.globalizate.org (Ene-10).
- 31.- Marc J. Le Breton M. Lormier P, Morales Belle R, Muner Lorillon. 2004. A Glyphosate-based pesticide impinges on transcription. J. Marc et al. / Toxicology and Applied Pharmacology 203 (2005) 1.
32. Martínez T, Cabrera P, Herrera E. 2004. Las plantas transgénicas: una visión integral. e-Gnosis, núm. 2. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000202>.

- 33.- Monroy C M, Cortés A C, Mercedes Sicard D, Groot de Restrepo H. 2005. Citotoxicidad y Genotoxicidad en células humanas expuestas in vitro a glifosato. *Biomédica* vol.25 no.3 Bogotá Sept.
- 34.- Padilla V, Castillo T, Ramírez A, Armenta C, Cabrera C, Madrid C, Ortiz E.2009. Manual para la producción de frijol en el sur de sonora. ISBN 978-607-425-245-3
- 35.-Parada MM. 2007. "Efectos toxicológicos de la formulación (faena) de n-(fosfonometil) glicina en Danio rerio. Hamilton 1822" .Tesis profesional de licenciatura. Universidad Veracruzana Xalapa, Enriquez. Ver. Pag 49.
- 36.- Ramírez Duarte, W. F; Rondón Barragán, I. S.; Eslava Mocha, P. R. 2003. Efectos del glifosato (gp) con énfasis en organismos acuáticos (revisión de literatura). *Orinoquia*, vol. 7, núm. 1-2. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89670211>.
- 37.- Ramírez, J. Lacasaña, M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. vol; 4(2):67-75.
- 38.-Riley P, Cotter J, Contiero M y Watts M. 2011. Tolerancia a herbicidas y cultivos transgénicos. Greenpeace International.
- 39.- Richard S, Moselemi S.Sipahutar H, Benachour N, Seralini G. 2005. Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatasa. Vol.113, N.6; ProQuest Health and Medical Complete pp. 716.
- 40.-Salazar López N J y Aldana Madrid M L. 2011. Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. *Biocencia* / XIII (2): 23-28.En línea: <http://www.biocencia.uson.mx/revistas/articulos/16-BIO-11-DPA-04.pdf>.
- 41.- Sasal, MC. Adido A, E. Wilson M, G. Pórtela S, L. 2009. Pérdidas de Glifosato por Drenaje y Escurrimiento en Molisoles bajo Siembra Directa. *Información Tecnológica* Vol. - 21 Nº 5. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v21n5/art17.pdf>

42.- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable: OPS: AAMMA, 2007. La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente. Primera edición.

43.-The Ecologist. 1998.the Monsanto files vol.28 no.5.

44.-Torralba Gonzales F. 2012. Aspectos agronómicos, biológicos y moleculares de biotipos resistentes al herbicida glifosato. Córdoba, Julio 12. Tesis Doctoral. Departamento de Química Agrícola y Edafología.

45.-Turrent FA, Cortés FJ, Espinosa CA, Mejía AH y Serratos HJ. 2010 ¿Es ventajosa para México la tecnología actual de maíz transgénico?* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.4 p. 631-646.

46.-Universidad Nacional del Litoral. 2010. Informe acerca del grado de toxicidad del glifosato.

47.-Varona M, Henao G, Díaz S, Lancheros A, Murcia A, Rodríguez N, Álvarez V. 2005. Evaluación de los efectos del glifosato y otros plaguicidas en la salud humana en zonas objeto del programa de erradicación de cultivos ilícitos. BIOMEDICA 2009; 29:456-75.

48.- Valdés S, García D, Cobo R y López V. (2000).impacto de los plaguicidas en la salud de los habitantes del valle de Mexicali, México.vol.6 N° 3 art 2.pp 15-21.

49.- Villalva Andrea, 2009. Resistance to Herbicides. Glyphosate. Revista Ciencia, Docencia y Tecnología 2009, XX (39).

50.- World Health Organization. 2015. Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. IARC Monographs Volume 112.

Páginas web.

FAO 2002. Agricultura mundial hacia los años 2015-2030 informe resumido FAO. (<http://www.fao.org/3/a-y3557s.pdf>).

Glifosato © Copyright 2017 Industry Task Force on Glyphosate. Aspectos de seguridad y uso de los herbicidas que contienen glifosato en Europa. (50.- <http://www.glifosato.es/historia-del-glifosato>).

Recho A. 2015. Sonora: germinales y programas de investigación refuerzan las cadenas agroalimentarias (52.-<http://www.hortalizas.com/cultivos/asociacion-de-productores-y-programas-de-investigacion-refuerzan-las-cadenas-agroalimentarias-en-sonora/>).

Glifosato y Transgénicos, el caso argentino y las consecuencias sobre la salud. 2008. (55.http://www.ecoportal.net/TemasEspeciales/Contaminacion/glifosato_y_transgenicos_el_caso_argentino_y_las_consecuencias_sobre_la_salud.).

Captulo III. Descripción del área de estudio.

(<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5365/Capitulo3.pdf>).

Alertan sobre exposición a plaguicidas de habitantes de localidades cercanas a los campos agrícolas. 2014. (<http://www.unison.edu.mx/noticias/default.php?id=18195>).

Monsanto Comercial, S.A. de C.V.2003. Aquamaster®
(<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/legamb/Aquamaster.pdf>).

Depósitos de documentos de la FAO 2013. Comunicación para el desarrollo rural en México - en los buenos y en los malos (<http://www.fao.org/docrep/w3616s/w3616s10.htm>).
(<http://www.fao.org/nr/nr-home/es/>).