



Memorial Explicativo al Proyecto de Ordenanza Número 43 del 24 de mayo de 2019

Fecha: 21 de mayo de 2019

Información general

Glifosato es el herbicida más utilizado actualmente en el mundo para controlar malezas de hoja ancha y hoja fina en hábitats acuáticos y terrestres. Según cifras de la EPA, para el año 2007 se utilizaron 185 millones de libras de glifosato en la agricultura de Estados Unidos (EPA 2011). El próximo herbicida de mayor uso es atrazina reportando solo 78 millones de libras. Estas cifras altas reportadas para el uso de glifosato promueven el desarrollo de más estudios científicos que continúen validando su uso. Comúnmente los estudios científicos de los plaguicidas se enfocan en estudiar sus propiedades físico-químicas, eficacia para controlar plagas, toxicología, y relación con el medio ambiente. Todos estos factores son estudiados por científicos adscritos a universidades y agencias reguladoras como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) entre otras entidades.

Propiedades físico-químicas de glifosato y su relación con el medio ambiente

Todos los plaguicidas cuando son liberados al medio ambiente se transfieren (la estructura química no cambia) o se degradan (la estructura química si cambia). En ninguna de las dos formas, la molécula no estará biodisponible. Específicamente, su comportamiento en el suelo y agua depende directamente de sus propiedades físico-químicas y estructura molecular. En el caso del glifosato, la molécula puede transferirse (ej. acarreo) o degradarse (ej. degradación microbiana)

Glifosato es formulado como "glyphosate isopropylamine salt o glyphosate dimethylamine salt". Ambos formulaciones están registradas para controlar malezas por sus propiedades efectivas como herbicida. La molécula de glifosato se ioniza a pH de 2.6, 5.6 y 10.3. Quiere decir que según el pH del agua o suelo aumenta, glifosato se carga negativamente (anión). Sus cargas negativas reaccionan con cationes presentes en el suelo como aluminio y hierro los cuales lo

inmovilizan. Este fenómeno es conocido como "adsorción", el cual se estima utilizando el coeficiente de partición suelo-agua o "Kd". A mayor Kd, menor la concentración del herbicida en solución de suelo. Por lo tanto, el herbicida quedará atrapado en el suelo y no estará biodisponible. El Kd de glifosato es 324-600 ml/g en suelos arcillosos-lómicos y lómicos-arenosos. Esta característica hace que glifosato solo pueda utilizarse en aplicaciones foliares. Si no se aplica directamente al follaje de la planta, este entrará en contacto con el suelo y se inmovilizará. Por lo tanto, su aplicación no será efectiva. El Kd también puede utilizarse para predecir su poca movilidad en el suelo que a su vez disminuye su percolación.

Otra forma en que el glifosato no estará biodisponible es por degradación microbiana. Esta es la forma donde los microorganismos del suelo (e.g. hongos, bacterias) degradan el glifosato (Sparkle et al. 1975). Se reporta que hasta un 75% del glifosato aplicado puede ser degradado por los microorganismos del suelo (Senseman et al. 2007). La combinación de adsorción y degradación microbiana causan que la vida media de glifosato sea de 47 días. O sea, que en menos de 2 meses de la aplicación, el 50% del glifosato aplicado no estará biodisponible. Quiere decir que ningún organismo vivo incluyendo plantas, animales y seres humanos estará expuestos al glifosato. Otros herbicidas como ácido acético y 2,4-D tienen una vida media hasta 30 días. Cabe señalar que el ácido acético, ingrediente principal del vinagre es comúnmente utilizado para control de malezas en la agricultura orgánica.

Modo de acción de glifosato en la planta y registros de uso

Glifosato es absorbido por el follaje de las plantas y se trasloca en las células del simplasto (e.g. floema). Cuando llega al cloroplasto dentro de la célula, el glifosato inhibe o bloquea la enzima EPSP y reduce la síntesis de los aminoácidos triptófano, fenilalanina y tirosina en la planta. Tanto el cloroplasto como la enzima EPSP no están presente en los animales. Quiere decir que su efecto es específico en plantas. A consecuencia de la inhibición de la enzima EPSP, la planta comienza a exhibir fitotoxicidad comenzando con una clorosis gradual y necrosis que finaliza con la muerte de la planta en un periodo de 7 a 14 días.

La formulación de glifosato puede ser sólida o líquida y están envasadas en más de 20 marcas comerciales. Tiene registro de uso en cultivos, pasturas, gramas, servidumbres de paso, carreteras, autopistas, bosques, y cuerpos de agua incluyendo humedales y lagos para consumo de agua potable. Más aún, la compra y uso de glifosato no requiere de adiestramientos previos o licencia de aplicación de plaguicidas. En otras palabras, cualquier persona puede comprarlo en supermercados, tiendas agrícolas, ferreterías, compañías distribuidoras de plaguicidas entre otras.

Toxicología del glifosato

De acuerdo a los principios de toxicología, "la dosis hace el veneno" según lo estableció el científico suizo Paracelsus en el siglo 16. Esto quiere decir que cualquier sustancia puede ser tóxica dependiendo de la dosis utilizada. Este principio lleva a establecer legalmente que, para registrar el uso de un plaguicida, primero se tiene que establecer la dosis de su uso. La evaluación de los plaguicidas se realiza mediante experimentos de laboratorio y campo donde se evalúan entre otras su toxicidad en animales y residualidad en alimentos. Una de las variables que comúnmente se evalúan en el laboratorio como un parámetro de toxicidad es la dosis letal (oral y dermal) que causa la muerte a un 50% de la población evaluada (LD50) en un periodo de 14 días. Este parámetro se utiliza para determinar cuan tóxico es el producto si se consume oralmente o si la piel se expone a una dosis específica. Las unidades del LD50 son mg de producto por kg de peso vivo del organismo. A mayor valor de LD50, menor la toxicidad del producto. En la Tabla 1 se comparan varios productos a los que el ser humano se expone regularmente. Según los valores LD50, la toxicidad de glifosato es mucho menor que sustancias como la cafeína y la aspirina.

Una vez se establecen las dosis de uso, se realizan experimentos de campo para evaluar la residualidad del herbicida en alimentos de consumo humano. Típicamente las evaluaciones de un plaguicida nuevo pueden tardar de 10 a 15 años sin garantizar que al final de la evaluación la EPA apruebe su registro de uso.

Tabla 1. Toxicidad de productos químicos comunes a exposición humana.

Producto	LD50 oral ratas (mg/kg)
Nicotina	50
Cafeína	200
2, 4-D (herbicida)	764
ácido acetylsalicílico (aspirina)	1,000
cloruro de sodio (sal)	3,000
ácido acético (vinagre)	3,310
glifosato (herbicida)	5,600
sucrosa (azúcar)	30,000

Conclusiones y recomendaciones

Según descrito, glifosato es un herbicida efectivo para controlar malezas, tiene baja toxicidad al ser humano y versatilidad de usos en hábitats terrestres y acuáticos. Es por esto que es el plaguicida de mayor venta en el mundo. Se reconoce que actualmente la IARC reporta que glifosato es clasificado como "probably carcinogenic to humans" al igual que los insecticidas malathion y diazinon. Cabe señalar que estos dos últimos insecticidas son regularmente utilizados en PR y su uso no es restringido al igual que glifosato. Hay que tener mucho cuidado con estas determinaciones de la IARC porque claramente se reporta que los datos son basados en experimentos de laboratorio. Más aun, con mucha probabilidad las dosis evaluadas nunca serán las dosis a las que seres humanos estaremos expuestos.

En los EU incluyendo PR, es la EPA quien tiene la autoridad en ley para cumplir con el estatuto federal FIFRA (Federal Insecticide Fungicide and Rodenticide Act) de registrar, distribuir, vender, y autorizar el uso de cualquier plaguicida. Son ellos quienes aprueban las etiquetas de los plaguicidas y certifican la validez de los estudios que documentan los efectos negativos de los plaguicidas. Localmente es el Departamento de Agricultura a través del Laboratorio Agrologico quien registra y certifica la distribución y uso de cualquier plaguicida en Puerto Rico. Reconozco que existe cierta preocupación por el uso y tal vez sobreuso del herbicida glifosato en Puerto Rico. Esto lleva a que se presente el Proyecto de Ordenanza Número 43 para prohibir el uso del glifosato en el desyerbado de carreteras, orillas de quebradas, canales de

riego y ríos, y cualquier terreno o suelo público en los límites territoriales del municipio de San Juan. Aunque es válida la preocupación, debemos entender que si glifosato se utiliza según la recomendación de la etiqueta no existe ningún efecto negativo en la salud de los animales y seres humanos.

Recomiendo que el objetivo de la ordenanza se reenfoque a uno de adiestramientos envés de la prohibición de su uso. Esto para reforzar el cumplimiento de lo recomendado en la etiqueta de glifosato. Los adiestramientos deben ser enfocados a capacitar al personal de campo que utiliza cualquier plaguicida en propiedades municipales y estatales. Se sugieren adiestramientos como: 1- calibración de equipo de campo, 2- toxicología de plaguicidas, 3- identificación de plagas, 4-equipo de seguridad y contenido de derrames entre otros. La capacitación debe ser obligatoria una vez al año para cada empleado. Se sugiere además solicitar un memorial explicativo de este proyecto al Departamento de Agricultura de PR, Junta de Calidad Ambiental, EPA y FDA.

Sometido por:



Wilfredo Robles, Ph.D.
Catedrático Asociado
Departamento de Ciencias Agroambientales
Recinto Universitario de Mayagüez
Universidad de Puerto Rico
Líder del Proyecto IR4