

Num.12-2019 | Contaminación de suelos: el caso de los plaguicidas

“Todo lo que le ocurra a la tierra, le ocurrirá a los hijos de la tierra”

Jefe indio Seattle

[DESCARGAR PDF](#)

Reporte por: Gladys Yaguana

Gladys Yaguana (1) Franklin Sánchez (1) Manuel Aguilar (1) Esther Pozo (1)

(1) Grupo de Investigación en Manejo y Recuperación de Suelos y Aguas, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

gnyaguana@utn.edu.ec

La contaminación del suelo consiste en la acumulación de sustancias químicas perjudiciales para la para la salud y la vida de los ecosistemas, incluido el ser humano. El uso de plaguicidas, sustancias utilizadas en la agricultura contra el ataque de insectos, hongos o malas hierbas, corresponde a la contaminación difusa; sus efectos son desfavorables para el suelo por la disminución de su capacidad autodepuradora y como albergue vital. Las consecuencias se manifiestan también en la disminución del rendimiento y calidad de los cultivos, contaminación de aguas superficiales y fráticas, y deterioro de la calidad del aire, perjudicando en definitiva varios elementos indispensables para la biosfera.

Introducción

Una realidad cada vez más evidente es la contaminación del

suelo. No haberle dado la misma relevancia que a la contaminación del agua y del aire, probablemente se debe a su ocurrencia más lenta, producto de su capacidad amortiguadora y de autorregeneración. El suelo posee propiedades para ocluir contaminantes, transformarlos o eliminarlos mediante el drenaje; sin embargo, es un medio en el que se acumulan sustancias tóxicas que con el transcurrir del tiempo ponen en peligro la calidad de las fuentes de agua y la vida que dentro y sobre él se desarrolla, incluido el ser humano.

La contaminación del suelo afecta a la seguridad alimentaria y la calidad de los cultivos; sin suelos sanos no podríamos producir suficientes alimentos para alcanzar el Hambre Cero (FAO, 2018). Tampoco sería posible el cumplimiento pleno de otros Objetivos de Desarrollo Sostenible como el de agua limpia y saneamiento, salud y bienestar, vida de ecosistemas terrestres, producción y consumo responsables, entre otros propuestos por la Organización de las Naciones Unidas en la Agenda 2030, cuyo antecedente fue la Conferencia de Río+20, realizada en el 2012.

Al ser la contaminación del suelo un problema que se presenta a nivel mundial y en todas partes, el 05 de diciembre de 2018, con motivo de la celebración del Día Mundial del Suelo, se lanzó la campaña cuya etiqueta es #StopSoilPollution, con el fin de concienciar a las personas, de todo el mundo, sobre la necesidad de acabar con la polución del suelo. Las razones más importantes: el incremento de la contaminación que se generaría con el aumento de la población mundial que para el año 2050 será de 9 000 millones de habitantes, la necesidad de alimentos para esa misma población y el hecho de que el poder amortiguador del suelo es finito.

Con esa perspectiva, en la Universidad Técnica del Norte se está desarrollando el proyecto de investigación: "Estudio de la contaminación por pesticidas en suelos agrícolas donde predominan cultivos transitorios en la provincia de Imbabura". La información se recogerá en tres sitios de la provincia,

donde la agricultura es la principal actividad económica. Los resultados a obtenerse evidenciarán el tipo de plaguicidas utilizados y sus niveles residuales en suelos con cultivos de ciclo corto. Con base en los datos, se planteará una Propuesta sobre buenas prácticas de manejo y para la recuperación de suelos agrícolas contaminados, de encontrarse tal evidencia.

Contaminación del suelo

La contaminación del suelo supone la alteración de la superficie terrestre con sustancias químicas perjudiciales para la vida, que ponen en peligro la estabilidad de los ecosistemas y nuestra salud.

Se denomina “suelo contaminado” a aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas han sido cambiadas por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso, generados por actividades antrópicas, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el ambiente (Rodríguez, 2008).

En 2007, profesionales de la Universidad de Alcalá (Ortiz, Sanz, Dorado y Villar) atribuyeron como causas de la contaminación a metales pesados, lluvia ácida, salinización, productos fitosanitarios, explotaciones mineras y ciertos compuestos orgánicos. Los contaminantes más frecuentes encontrados en el suelo, con su toxicidad y movilidad, se indican en la Tabla 1.

Tabla 1.- Tipos, movilidad y toxicidad de contaminantes más frecuentes en el suelo.

Contaminante	Toxicidad	Movilidad
Derivados de petróleo	3	1

Hidrocarburos aromáticos	2	1
Hidrocarburos policíclicos	1	3
Hidrocarburos no halogenados	3	3
Hidrocarburos halogenados y clorados	1	3
Hidrocarburos halifáticos clorados volátiles	2	1
Plaguicidas (organoclorados)	1	2
Otros hidrocarburos halogenados	2	2
Compuestos organometálicos (Sn, Hg, Si)	1	2
Mercurio, cadmio (Hg, Cd)	2	3
Pb, As, Sb, Sn, Be, U, Th, Te, Ag	3	3
Zn, Cu, Ni, Cr, Se, Mo, B, V, Ca, Ba, Ti	3	3
Fluoruros	4	2
Cianuros (libres, complejos)	2	2

Amonio, nitritos, nitratos, compuestos nitrogenados	4	1
Compuestos organofosforados (excluidos plaguicidas)	1	2
Fósforo inorgánico total	4	2
Sulfuros totales	4	3
Sulfatos	4	1
Ácidos, bases, sales inorgánicas	4	2

Valor máximo 1

Fuente: Conde, Gabriel (1989). Contaminación de suelos y aguas subterráneas. Disponible en: <https://bit.ly/30scDs1>

Existe también el concepto de “suelo potencialmente contaminado”, utilizado para referirse, por ejemplo, a grandes extensiones de terreno donde el suelo ha sido negativamente afectado por exceso de fertilizantes, aplicaciones de pesticidas; o, contaminantes transmitidos por la atmósfera.

El caso de la contaminación de suelos agrícolas corresponde más al ámbito de la contaminación difusa. Debido a sus características y por la naturaleza de sus posibles soluciones Rodríguez (2008), recomienda acciones de carácter preventivo antes que correctivo.

Para el autor antes citado, los efectos negativos se manifiestan por distintas vías: contacto directo con el suelo contaminado, difusión en el aire previa evaporación de los

contaminantes, arrastre por las aguas superficiales y percolación hacia acuíferos subterráneos (Figura 1). Por lo tanto, la determinación de la magnitud del problema de contaminación de suelos implica una tarea compleja en la que ha de considerarse la naturaleza de los contaminantes, su concentración y distribución, las características del medio y la evolución de aquéllos en el suelo.

¿Por qué estudiar la contaminación por plaguicidas?

La agricultura, especialmente aquella practicada bajo el esquema de la Revolución Verde, iniciada en los años 40s del Siglo XX, de carácter intensivo y de altos insumos para incrementar el rendimiento de los cultivos, ha conducido hacia un deterioro de la calidad de suelo. Este proceso conocido como degradación se asocia también a factores como la intensidad de las labranzas, la duración de los ciclos agrícolas, la tendencia al monocultivo, la no reposición de nutrientes, entre otros; y, se caracteriza por la disminución de la capacidad del suelo para producir en cantidad y sobre todo en calidad.

En lo que concierne a la contaminación química, la principal fuente al parecer serían los plaguicidas que producen efectos tóxicos -agudos y crónicos- sobre ciertos organismos. Sin embargo, la justificación de su uso radica en la necesidad de combatir las plagas, dentro de las cuales según Bedmar (2011), se incluyen malezas, enfermedades, insectos y otras de tipo animal que afectan a los cultivos.

Estudios realizados en Argentina, en 2013, determinaron que durante el periodo de barbecho se aplica el 41% del total de plaguicidas; mientras, el restante 59% se distribuyó en: 36% para el cultivo de soja, 10% en el cultivo de maíz y 13% en cultivos de trigo, cebada, vid, caña, frutos de pepita, entre otros (Aparicio, De Gerónimo, Hernández, Pérez, Portocarrero y

Vidal, 2015). Como se puede apreciar, el uso de plaguicidas se ha extendido también a cultivos transgénicos que serían más resistentes a plagas.

En Ecuador, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC (2014), el uso de plaguicidas químicos se da en un 53,57% en cultivos permanentes y en un 77,75% en cultivos transitorios (de ciclo corto). Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2011), la producción de arveja, cebada, fréjol, maíz suave, trigo, yuca e inclusive papa, obtenida a partir de la pequeña agricultura familiar registró rendimientos equivalentes a la mitad o las tres cuartas partes de lo producido en los años sesenta del siglo anterior. Ello ha influido para que los agricultores grandes, medianos y pequeños, en buena parte, dependan del uso de agroquímicos para incrementar sus rendimientos productivos (MAGAP, 2011).

Los plaguicidas, independientemente de su tipo, tienen características de toxicidad, persistencia, bioacumulación, y/o capacidad de migración que los hacen más o menos perjudiciales tanto para los recursos naturales, como para el ser humano (Linares, 2007). Sin embargo, los mayores riesgos de contaminación corresponden a los organoclorados por el mayor tiempo de persistencia en el suelo (Asela, Suárez y Palacio, 2014).

En estas circunstancias, el control de plaguicidas ha cobrado importancia para la sociedad debido al mayor conocimiento de los potenciales peligros asociados a su uso y por la disponibilidad de datos sobre su presencia en el ambiente. La legislación ambiental mundial establece límites máximos permitidos de residuos de plaguicidas en aguas y alimentos cada vez más estrictos. Por ejemplo, la Unión Europea señala un límite máximo de 0,1 µgl⁻¹ por plaguicida individual y de 0,5 µgl⁻¹ por plaguicida total en aguas destinadas al consumo humano (Directiva 2006/118/EC) (Aparicio, De Gerónimo, Hernández, Pérez, Portocarrero y Vidal, 2015).

El poder depurativo del suelo

El suelo ha sido definido como la capa superior de la corteza terrestre formada por la acción combinada del clima, el relieve y los organismos que han actuado sobre el material parental a través de largos periodos de tiempo. Está formado por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. El extremadamente lento proceso de formación del suelo ha determinado que se lo considere como un recurso de difícil renovación y más aún como un recurso no renovable en la escala de vida de un ser humano.

La retención del plaguicida en el suelo se produce de manera física -sin cambio en la naturaleza química de la molécula- generándose una acumulación del plaguicida en la superficie o en el interior de las partículas del suelo. Este proceso se denomina sorción e incluye: la absorción o entrada del plaguicida a la matriz del suelo; y, la adsorción o unión del plaguicida a las partículas de suelo (Aparicio, De Gerónimo, Hernández, Pérez, Portocarrero y Vidal, 2015).

De este modo, el suelo actúa como “una barrera protectora de otros medios más sensibles (hidrológico y biológico), filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes y evitando su biodisponibilidad” (Galán y Romero, 2008, p. 49).

La capacidad del suelo como Reactor Natural, depende de los contenidos de materia orgánica, carbonatos, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, de la proporción y tipo de minerales de la arcilla, de la capacidad de cambio catiónico del suelo, del pH, textura, permeabilidad y actividad microbiana (Comeford, 2003; citado en Aparicio, De Gerónimo, Hernández, Pérez, Portocarrero y Vidal (2015). Por lo tanto, para cada situación el poder amortiguador de un suelo es diferente; pero, tiene un límite y cuando se sobrepasa esos niveles, para una o varias sustancias, el suelo funciona como contaminado y es fuente de contaminantes (Galán y Romero,

2008).

Ubicación del estudio

El estudio se realiza en tres sitios de la provincia de Imbabura: cantones Antonio Ante, Pimampiro e Ibarra, en las localidades de San José de Chaltura, San Pedro de Pimampiro y Ambuquí, respectivamente (Figura 2).

Resultados preliminares

De las entrevistas aplicadas a los agricultores, en cada uno de los sitios de estudio, se determinó el uso de plaguicidas, de diferentes nombres comerciales, que son usados en los cultivos de maíz, fréjol, pimiento, ají, tomate riñón y otros. Los principales resultaron ser insecticidas y fungicidas, cuyos ingredientes activos se indican en la Tabla 2.

Tabla 2.- Ingredientes activos de plaguicidas frecuentes utilizados en cultivos de ciclo corto en tres sitios de Imbabura, 2018.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	FRECUENCIA DE APLICACIÓN	TIPO
KAÑON	Clorpirifós 500 g/l		
TROFEO 75	Acephate 750 g/kg	8 días	Insecticida
TRYCLAN	Thiocyclam	15 días	Insecticida
	hidrogen oxalate 500 g/kg	15 días	Insecticida
CUPROFIX	Mancozeb 300 g/kg	15 días	Fungicida
	Cooper 120 g/kg	15 días	Fungicida
NOVAK	Metil Thiofanato 500 g/l	15 días	Fungicida
CAPTAN 80	Captan 800 g/kg		

Fuente: Entrevistas a productores de cultivos de ciclo corto, 2018

Debido a que los nombres comerciales pueden ser muy variados y cambiantes en el tiempo, el conocimiento sobre la toxicidad y otros probables efectos de los plaguicidas debe abordarse por sus ingredientes activos.

Clorpirifos, Categoría II (moderadamente peligroso):

Presente en los plaguicidas organofosforados, de amplio uso para el control de insectos minadores, chupadores y masticadores de cultivos como la soja, maíz, sorgo, girasol, algodón, alfalfa, tabaco, papa, hortalizas y algunos frutales. Su modo de acción es de contacto, estomacal y respiratorio. Se ha formulado como concentrado emulsificable, granulado, polvo soluble en agua. Puede aplicarse en mezclas con cipermetrina, dimetoato, endosulfan, disulfoton o triazofos. Es estable en medios neutros o ácidos e inestable en medios alcalinos (Casafe, 2007, citado en Montagna, 2010).

El clorpirifos es de persistencia variable en el suelo y menos persistente en agua y sedimentos; movilidad ligera a inmóvil, volatibilidad ligera; bioacumulación alta. Su alta toxicidad y escasa selectividad incrementa el riesgo potencial de causar efectos adversos en especies vulnerables sobre todo acuáticas (Tang et al., 2005, citados en Montagna, 2010). Es absorbido al suelo y no percola fácilmente, se degrada con lentitud por la acción microbiana (Morales y Rodríguez, 2004).

Según la Universidad Nacional de Costa Rica (2019), el clorpirifos al lixiviarse alcanza los cuerpos de agua. Los límites en agua superficial son de 0,003 µg/l (Holanda). Ha sido detectado con frecuencia en aguas superficiales de las regiones agrícolas y urbanas de los Estados Unidos (1992-2001); y, se encuentra entre los 10 insecticidas problema que superan la norma ecotoxicológica de agua (MTR) en Holanda (2003-2004, 2007-2008).

Acefato, Categoría III (ligeramente peligroso):

Insecticida organofosforado, que por su residualidad y acción

sistémica controla una gama amplia de insectos cortadores, masticadores, chupadores y raspadores en cultivos anuales y perennes como: solanáceas, hortalizas, frutales, leguminosas, gramíneas, cucurbitáceas y crucíferas. Es un insecticida sistémico que actúa también por ingestión y por contacto (Edifarm, 2016; Edifarm, 2018).

Thiocyclam hidrogen oxalate, Categoría III (ligeramente peligroso):

Es absorbido con facilidad por las raíces translocándose a toda la planta. Su modo de acción es por inhibición de la colinesterasa en los canales sinápticos, provocando la continuidad del impulso nervioso y por tanto, la muerte del insecto por agotamiento. Compatible con otros plaguicidas de uso común, excepto con cobres y productos altamente alcalinos (Agrosiembra, 2019).

Como medida de precaución se recomienda ingresar al cultivo 24 horas después de la aplicación. El tiempo de consumo de los productos alimenticios desde la última aplicación varía de entre 5 a 14 días (Agrosiembra, 2019). Es peligroso para los animales domésticos y la fauna silvestre; y, nocivo para peces, aves y abejas (Edifarm, 2016).

Producto de origen biológico, elaborado a base de la toxina natural Tiociclam oxalato de hidrógeno extraída del anélido marino Lumbrinereis heteropoda. Al aplicarlo sobre el follaje es absorbido inmediatamente. Actúa por contacto y tiene poder residual en la planta. Por su movimiento translaminar favorece el control de insectos chupadores y masticadores en cultivos de tomate, arroz, banano (Edifarm, 2016). Por precaución, ingresar al área tratada 12 horas después y aplicar hasta 14 días antes de la cosecha; no usar en época de floración o cuando las abejas estén en plena actividad (Antalien, 2019).

Mancozeb, Grupo III (ligeramente peligroso):

Fungicida de contacto, de amplio espectro y de acción

preventiva. En su presentación comercial se acompaña con concentraciones de cobre. Es útil para el control de enfermedades fungosas en hortalizas, frutales y plantas ornamentales (Edifarm, 2018).

Actúa inhibiendo el acetaldehyde dehydrogenasa, enzima vital para el metabolismo de los organismos. No ingresar al área tratada antes de 24 horas y dejar entre 7 y 21 días desde la última aplicación hasta la cosecha (Antalien, 2019). Acción contra sigatoka, lanchas, mildiú vellosa, mancha púrpura, cloca del duraznero y mancha foliar. Utilizado en cultivos de plátano, papa, cebolla, tomate, arroz, manzana, cítricos y durazno (Edifarm, 2016). Tóxico en peces y en otros animales; la exposición a largo plazo a dosis altas podría causar función anormal de la tiroides (Uniphos Colombia Plant Limited, 2014).

Metil Thiofanato, Categoría IV (productos que normalmente no ofrecen peligro):

Fungicida de tipo preventivo, curativo y sistémico. Por su carácter sistémico no es lavado por la lluvia, ni destruido por el sol. Controla varias enfermedades simultáneamente con una sola aplicación debido a su efecto residual; su aplicación repetida puede generar resistencia en caso de botrytis (Antalién 2019). Utilizado contra tizón temprano en solanáceas (papa, tomate, pimiento y tabaco); carbón y antracnosis en hortalizas; botrytis y oídio en ornamentales, frutales y crucíferas (col, coliflor y brócoli); mancha angular y peca en leguminosas (fréjol, haba, arveja); mancha de la hoja, Rhyzoctonia y carbón en gramíneas (arroz, cebada, avena, maíz, trigo). Eficacia selectiva y larga actividad por su estabilidad a la luz solar; por su acción sistémica puede ser aplicado al suelo o tratando las raíces trasladándose al follaje, penetrando en los tejidos de la planta, ejerciendo su acción fungicida (Edifarm, 2016).

Captan, Categoría III (ligeramente peligroso):

Fungicida protectante, no sistémico, de amplio espectro. Combate enfermedades causadas por hongos presentes en el suelo que causan el mal de almácigos o Damping off y también enfermedades que afectan al follaje como lanchas, antracnosis, mancha chocolate, sarna, botrytis, roya, alternariosis, entre otras. Su acción es por penetración en las esporas de los hongos. Es utilizado para la desinfección del suelo y semillas en cultivos de papa, tomate, ají, pimiento, algunas hortalizas, cucurbitáceas, frutilla, frutales caducifolios y cítricos, entre otros. Al aplicarlo en cultivos se recomienda hacerlo únicamente hasta 15 días antes de la cosecha (Vademécum agrícola, 2004).

Discusión

Al ser los plaguicidas compuestos químicos de uso frecuente en la agricultura convencional para el control, especialmente, contra insectos y enfermedades de los cultivos, conocer sobre sus efectos asociados sobre el ambiente y los organismos, resulta imprescindible. Su nivel de peligrosidad ha determinado que en los manuales o fichas técnicas del plaguicida se expongan los niveles de toxicidad y las medidas de precaución a tenerse en cuenta para aplicarlos.

Los plaguicidas pueden encontrarse en los seres vivos por procesos de bioacumulación, en sitios relacionados con drenes agrícolas, canales de riego, y mal manejo de los envases o contenedores (Reyes y Montiel, 2011 citados en García y Rodríguez, 2012).

Estudios realizados en 2017, determinaron que ciertos insecticidas como las cypermetrinas pueden afectar a los peces, anfibios, algunos artrópodos y en menor medida aves y mamíferos (Edwards et al., 1986; Greulich y Pflugmacher, 2003; Yilmaz et al., 2008; Sarikaya, 2009; Biga y Blaustein, 2013; citados en Triana, Henao y Bernal, 2017). Morales y Rodríguez (2004), encontraron que el clorpirifos, insecticida muy utilizado para el control de insectos en pastos, tiene acción

como disruptor endocrino especialmente de las hormonas tiroideas en bovinos de leche; asimismo, que una dosis de clorpirifos de $0.3 \mu\text{g/l}$ es extremadamente tóxica para la trucha, mientras que en la codorniz la dosis letal media (LD50) en el alimento es de 423 mg/kg.

En lo que respecta a los seres humanos, Valarezo y Muñoz (2011), señalan que en la región Costa del Ecuador las intoxicaciones por el uso inadecuado de varios plaguicidas fue el 53% en la década del 2000-2010.

En relación con el ambiente la persistencia, por ejemplo, del Clorpirifos en el suelo, a 35°C , es de 68 días (Du pont Agar Cross Hoja de Datos de Seguridad de Clorpirifos, citado en Morales y Rodríguez, 2004).

Sin embargo, los medios más amenazados son los acuáticos terrestres y marinos por el aporte de contaminantes derivados de actividades antropogénicas que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas donde se halla también el ser humano.

Conclusiones

Debido a que la retención del plaguicida en el suelo se realiza sin cambio químico en la molécula, su acumulación o dispersión está condicionada por los mecanismos de absorción y adsorción que dependen del tipo de partículas que lo integran. La acumulación, entonces, no solo se da en el suelo; sino, que puede llegar al medio acuático y a los organismos, según la persistencia y nivel de degradación del plaguicida.

La evaluación de los niveles de plaguicidas en el suelo y su descontaminación constituye una actividad prioritaria y compleja; de carácter preventivo y con la participación de especialistas en diversos campos. No se puede continuar afectando el equilibrio de los ecosistemas y la calidad del agua que sirve además del riego, para abrevaderos de animales

y el consumo humano. Los alimentos que se producen deberían ser inocuos o al menos tener niveles de residualidad que se hallen dentro de los límites permitidos.

Bibliografía

Agrosiembra (2019). ACEPHATE® 50 WP. Biblioteca Agrosiembra. Disponible en: http://www.agrosiembra.com/nc=ACEPHATE_50_WP-45/

Antalien (2019). Ficha Técnica Mancozeb 80%. Disponible en: <http://www.antalien.net/modulos/productos/archivos/c214b2c140a68a4f530044e7b50ba5f8.pdf>

Aparicio, V.; De Gerónimo, E.; Hernández, K.; Pérez, D.; Portocarrero, R.; Vidal, C. (2015). Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Asela, R.; Suárez, S.; Palacio, E. (2014). Efecto de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene Epidemiológica. Vol. 52 No. 3. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid>

Bedmar, (2011). Informe especial sobre plaguicidas agrícolas ¿Qué son los plaguicidas? Universidad del Mar del Plata. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Usotierra/CH%20Plaguicidas%20fin.PDF>

Conde, G. (1989). Contaminación de suelos y aguas subterráneas. Disponible en: <file:///C:/Users/PC-/Downloads/componente45429.pdf>

Edifarm (2016). Vademécum Agrícola 2016. Disponible en: <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/TRYCLAN-20160816-092730.pdf>

Edifarm (2018). Vademécum Agrícola XV. Disponible en:

https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/CUPROFIX%20EQ-20181030-123900.pdf

FAO (2018). Día Mundial del suelo 2018. Disponible en: <https://www.un.org/es/events/soilday/>

Galán, E.; Romero, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. Conferencia publicada en la revista MACLA No. 10, nov. 2008, 48-60. Sevilla, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola.

García, C.; Rodríguez, G. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Ra Ximhai, vol. 8, núm. 3b: 1-10. Universidad Autónoma Indígena de México.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2014). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2014. Uso y Manejo de Agroquímicos en la agricultura.

Linares, R. M. (2007). Evaluación ambiental de pesticidas organoclorados en sedimentos de la laguna de Chantuto (Chiapas, México) y de la Bahía de Santander (Cantabria, España). Santander: Universidad de Cantabria.

Martín, F. (2001). Bases generales de la contaminación de suelos. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Departamento de Edafología y Química Agrícola.

Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAGAP) (2011). Plan Nacional de Riego.

Montagna, M. (2010). Toxicidad de clorpirifos como elemento activo de un formulado comercial en juveniles de cangrejo *Trichodactylus borellianus*. *Natura neotropicalis* 41: 1 y 2): 31-43.

Morales, C.; Rodríguez, N. (2004). El Clorpirifos: posible disruptor endocrino en bovinos de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 17:3, 2004, p. 255-266.

Ortiz, I.; Sáenz, J.; Dorado, M.; Villar, S. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Madrid, Universidad de Alcalá.

Rodríguez, J. J. (dir.) (2008). Hacia un uso sostenible de los recursos naturales. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía, 2008. ISBN: 978-84-7993-048-6

Triana, T.; Henao, L.; Bernal, M. (2017), Departamento de Biología, Universidad del Tolima, Altos de Santa Helena. Ibagué, Colombia 22(3):340-347

Uniphos Colombia Plant Limited (2014). Hoja de datos de seguridad Mancozeb. Disponible en: https://www.uplonline.com/ucpl/msds/mancozeb_technical.pdf

Universidad Nacional de Costa Rica (2019). Manual de plaguicidas de Centro América. Disponible en: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/153-clorpirifos>

Vademécum agrícola (2004). Disponible en: <https://www.adama.com/chile/es/productos/fungicidas/captan80wg.html>

Valarezo, O. y Muñoz, J. (2011). Insecticidas de uso agrícola en el Ecuador. Boletín Divulgativo 402. Quito, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

[DESCARGAR PDF](#)