



Edición N° 3. Julio 2023

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN MÉXICO

José Juan González Márquez*

Ivett Montelongo Buenavista**

Introducción

En este artículo se analiza la forma en que la legislación mexicana aborda la contaminación del suelo causada por contaminantes orgánicos persistentes (COP). Para lograr este objetivo, el análisis se divide en seis partes. La primera explica la relevancia del suelo para el equilibrio ambiental y la necesidad de controlar la contaminación del mismo. La segunda explica qué son los contaminantes orgánicos persistentes y sus efectos adversos sobre el medio ambiente. La tercera parte explica en qué consiste la contaminación del suelo por contaminantes orgánicos persistentes. La cuarta analiza el marco jurídico de la contaminación del suelo por COP, incluidos los regímenes internacional y nacional. La quinta parte analiza el régimen jurídico de la restauración de suelos contaminados por COP. Por último, a la luz del análisis realizándose señalan algunas conclusiones.

Palabras clave

Suelo, contaminantes orgánicos persistentes, restauración, responsabilidad, pesticidas,

* Profesor titular de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

** Profesora titular de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

contaminación.

I. El Suelo

Aunque el suelo está sujeto a regulación jurídica desde distintas perspectivas en todas las jurisdicciones, no existe una definición legal de este elemento natural. Los estudios científicos consideran el suelo como la parte superficial biológicamente activa de la corteza terrestre, resultante de la desintegración o alteración física o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que se asientan en él (Crespo, 2004). El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, organismos vegetales y animales diminutos, aire y agua. Es una fina capa que se ha formado muy lentamente, a lo largo de los siglos, a partir de la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y los animales que crecen y mueren en y sobre el suelo son descompuestos por microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclándose con el suelo (FAO, sin fecha).

El suelo es un recurso no renovable, ya que su degradación es más rápida que su capacidad de renovación. La cadena alimenticia comienza y termina con su conservación. Si se corta la base de la cadena, el ecosistema se altera drásticamente. Una de sus principales amenazas es la erosión, que afecta a la producción de hasta el 95% de nuestros alimentos (CEDRSSA, 2019).

El suelo es una de las mayores reservas de biodiversidad del mundo, ya que alberga más del 25% de la diversidad biológica del planeta. Además, más del 40% de los organismos vivos de los ecosistemas terrestres están asociados al suelo durante su ciclo vital.

Según un informe publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, los organismos del suelo son esenciales para impulsar la producción de alimentos, mejorar dietas nutritivas, preservar la salud humana, restaurar lugares contaminados y combatir el cambio climático (Naciones Unidas, 2020); por lo tanto, el control de la contaminación del suelo es fundamental para cualquier gobierno. Esto explica por qué los ordenamientos jurídicos han establecido mecanismos para evitar la degradación y la contaminación del suelo. En particular, el control de la contaminación del suelo por contaminantes orgánicos persistentes se ha convertido en una preocupación universal debido a varios accidentes catastróficos relacionados con dichas sustancias.

II. Contaminantes orgánicos persistentes

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son sustancias o mezclas químicas

sintetizadas que se usan para controlar insectos transmisores de enfermedades, mejorar la producción agrícola y hacer más eficientes algunos procesos industriales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Las principales características de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son su persistencia en el medio ambiente y su naturaleza volátil. Persistencia significa que resisten los procesos de degradación fotolítica, química y biológica; la volatilidad significa que se evaporan a un ritmo relativamente lento. Las sustancias persistentes con esta propiedad tienden a entrar en el aire, recorrer largas distancias arrastradas por las corrientes y luego volver al suelo. Cuanto más frío es el clima, menor es la tendencia de los COP a evaporarse, acumulándose en regiones como el Ártico, a miles de kilómetros de sus fuentes. Además de lo anterior, los COP tienen una baja solubilidad en agua y son liposolubles.

Los COP pueden afectar a la salud de las personas y actualmente se encuentran presentes en el medio ambiente, la fauna y los seres humanos. Algunos COP, en bajas concentraciones, pueden alterar las funciones biológicas normales, incluida la actividad física de las hormonas y otros mensajeros químicos, y desencadenar varios efectos potencialmente nocivos.

Desde principios del siglo XX, la producción de compuestos orgánicos sintéticos ha aumentado significativamente debido al crecimiento de la industria y a la producción de nuevos materiales que han hecho radicalmente más cómoda nuestra vida. Sin embargo, frente a estos aspectos positivo del progreso se pueden identificar también aspectos negativos. El aumento de la producción y el uso de compuestos orgánicos sintéticos (como plaguicidas, lubricantes, disolventes, gasolina, etc.) ha multiplicado el número de incidentes en los que estas sustancias orgánicas han llegado a la atmósfera, la hidrosfera y los suelos, provocando episodios contaminantes. Uno de los accidentes más famosos es el vertido de dioxinas en el río Rin en 1986, atribuible a la empresa química Sandoz.¹

En México, ejemplos de accidentes graves con COP son las explosiones subterráneas en Guadalajara, Jalisco, en 1992² y la fuga de amonio en Oaxaca en 2013.³

El Convenio de Estocolmo, en su anexo A, reconoció inicialmente 12 sustancias químicas como

¹ Ese año, debido a un incidente en la empresa química Sandoz, se vertieron toneladas de pesticidas al río Rin, provocando uno de los accidentes más graves de Europa

² En 1992, una filtración histórica de hidrocarburos al subsuelo en el llamado Sector Reforma de la ciudad de Guadalajara se mezcló con gases de alcantarillado, provocando una tremenda explosión que mató a 12 personas e hirió a otras 1.800

³ En 2013, trabajadores de la empresa Cuadro Rojo dañaron accidentalmente un oleoducto de Petróleos Mexicanos (Pemex) produciendo una fuga de gas tóxico que causó 9 muertos, 40 intoxicados y la evacuación de 1.200 personas.

COP; en la actualidad, hay 30 sustancias consideradas como tales, que pueden clasificarse en tres categorías:

- a) Pesticidas.
- b) Productos químicos industriales.
- c) Subproductos

La siguiente tabla enumera el total de COP en los Anexos A, B y C del Convenio de Estocolmo. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021)

Tabla núm. 1

	SUSTANCIA QUÍMICA	SIGLA	CATEGORÍA	ANEXO
1	Aldrin		Pesticidas	A
2	Alfa-hexaclorociclohexano	α -HCH	Pesticidas	A
3	Beta-hexaclorociclohexano	β -HCH	Pesticidas	A
4	Clordano		Pesticidas	A
5	Clordecona		Pesticidas	A
6	Éter de decabromodifenilo	Deca-BDE	Productos químicos industriales	A
7	Dicofol		Pesticidas	A
8	Diclorodifeniltricloroetano	DDT	Pesticidas	A
9	Dieldrin		Pesticidas	B
10	Endosulfán		Pesticidas	A
11	Endrin		Pesticidas	A
12	Gammahexaclorociclohexano	γ -HCH	Pesticidas	A
13	Heptacloro		Pesticidas	A
14	Hexabromobifenilo	HBB	Pesticidas	B

15	Hexabromociclododecano	HBBD	Productos químicos industriales	A
16	Éter hexabromodifenílico y éter heptabromodifenílico	PBDE	Pesticidas	A
17	Hexaclorobenceno	HCB	Pesticidas, Productos químicos industriales, Subproductos.	A
18	Hexaclorobutadieno	HCBD	Productos químicos industriales, Subproductos.	A y C
19	Mirex		Pesticidas	A y C
20	Pentaclorobenceno	PeCB	Plaguicidas, Productos químicos industriales, Subproductos	A
21	Pentaclorofenol, sus sales y ésteres	PCP	Pesticidas	A y C
22	Ácido perfluorooctanosulfónico	PFOS	Plaguicidas, Productos químicos industriales	A
23	Ácido perfluorooctanoico	PFOA	Productos químicos industriales	B
24	Bifenilos policlorados	PCB	Productos químicos industriales, Subproductos.	A
25	Dibenzo-para-dioxinas policloradas	PCDD	Subproductos.	A y C
26	Dibenzofuranos policlorados	PCDF	Subproductos.	C

27	Naftalenos policlorados	PCN	Productos químicos industriales, Subproductos.	C
28	Querosenos clorados de cadena corta	SCCP	Productos químicos industriales	A y C
29	Éter tetrabromodifenílico y éter pentabromodifenílico	PBDE	Pesticidas	A
30	Toxafeno		Pesticidas	A

III. Contaminación del suelo por COP

La contaminación del suelo es el proceso de degradación debido a causas físicas o químicas que conducen a la pérdida total o parcial de su productividad, generando efectos nocivos para los organismos vivos y las personas (Centro Europeo de Posgrado, 2023).

Una de las causas más preocupantes de la contaminación del suelo es el uso y la gestión inadecuados de los COP. Así, la mayoría de los procesos de contaminación por compuestos orgánicos son generalmente consecuencia de la inadecuada gestión de estas sustancias.

Los contaminantes orgánicos del suelo son muy variables (productos fitosanitarios, aceites, petróleo, gasolina, etc.), y su presencia en los suelos se debe a una amplia gama de actividades humanas (agricultura, industria, transporte, etc.). Una de las causas más frecuentes de contaminación del suelo está relacionada con el uso de sustancias fitosanitarias.

En México existen 1046 sitios contaminados por sustancias químicas, de los cuales seis son atribuibles a plaguicidas. La siguiente tabla enumera estos últimos sitios:

Tabla nº 2.

Año de identificación del lugar como contaminado	Responsable de la contaminación (persona física o jurídica)	Estado	Municipio	Producto contaminante	Cuenta con un programa de rehabilitación aprobado
--	---	--------	-----------	-----------------------	---

2008	Swiss North American Properties of México, S.A. de C.V.	Ciudad de México	Azcapotzalco	Hidrocarburos, talio, bifenilos policlorados	Sí
2008	Bridgestone Firestone de México, S.A.de C.V., Planta México.	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	Bifenilos policlorados	Sí
2008	Guanajuato, Gobierno (Ex-Unidad Industrial Fertimex-Tekchem)	Guanajuato	Salamanca	Plaguicidas organoclorados	No
2016	Ministerio de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua (Ávalos)	Chihuahua	Chihuahua	Plomo, arsénico, cadmio, vanadio, Hidrocarburos de fracción media, Hidrocarburos de fracción pesada, bifenilos policlorados	Sí

2016	Almexa Aluminio, S.A. de C.V.	Ciudad de México	Tlalnepantla de Baz	Hidrocarburos de fracción pesada, Hidrocarburos de fracción media, Bifenilos policlorados	Sí
2019	Ferrocarriles Nacionales de México en liquidación	Chihuahua	Guerrero	Creosota y bifenilos policlorados	Sí
	(La Junta)				

Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022

Se trata de productos utilizados en agricultura para combatir parásitos y enfermedades de las plantas, proteger los cultivos de agentes nocivos, aunque no sean parásitos (malas hierbas, algas, etc.) y mejorar la producción cualitativa y cuantitativamente.

Las sustancias fitosanitarias incluyen plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. Estos productos incluyen principalmente derivados halogenados, compuestos organofosforados, carbamatos, derivados de urea y tiourea y compuestos heterocíclicos.

La contaminación del suelo por COP también supone un grave riesgo para la salud humana por contacto directo (exposición dérmica, inhalación de partículas de suelo contaminado o consumo de agua contaminada); o indirecto, por consumo de plantas o animales que hayan acumulado grandes cantidades de contaminantes del suelo.

Prevenir y controlar la contaminación del suelo por COP es fundamental para la seguridad alimentaria y un futuro sostenible, ya que el suelo desempeña un papel esencial en la producción de alimentos, la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, la filtración de agua y la resiliencia ante inundaciones y sequías, entre otros problemas. Esto ilustra la necesidad de regular el uso y en algunos casos, la eliminación de estas sustancias.

IV. Marco jurídico de la contaminación del suelo por COP

Aunque México ha firmado varios tratados que se refieren específicamente a la contaminación del suelo por COP, no cuenta con un régimen jurídico nacional que regule de manera integral la materia.

En las siguientes secciones, analizaremos los marcos jurídicos internacionales y nacionales de la contaminación del suelo por COP.

IV.1 Marco jurídico internacional

En el sistema jurídico mexicano, los tratados firmados por el Poder Ejecutivo y ratificados por el Senado forman parte del orden jurídico nacional y se ubican jerárquicamente por encima de las leyes federales. Además, cuando se trata de convenios internacionales que protegen derechos humanos, como el derecho humano a un medio ambiente sano, se ubican al mismo nivel que la Constitución y la complementan. En este caso, los tratados que se refieren a los COP que potencialmente pueden dañar la salud humana y el medio ambiente se colocan en tal circunstancia.

México ha firmado tres tratados internacionales que se aplican a la contaminación del suelo generada por COP. Estos tratados son: Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989), el Convenio de Rotterdam sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (1998), y Convenio de Estocolmo sobre la Reducción y Eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (2001).

Las siguientes secciones analizan brevemente el contenido de los instrumentos internacionales mencionados.

IV.1.a. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación

El Convenio de Basilea se adoptó en 1989 y entró en vigor en 1992. Su objetivo general es proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos de la generación, el movimiento transfronterizo y la gestión de residuos peligrosos.

Aunque este convenio no se refiere expresamente a los COP, es aplicable cuando estos se consideran residuos peligrosos.

El Convenio de Basilea pretende establecer un régimen mundial para controlar los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y otros desechos y su eliminación, con el fin de establecer normas para su comercio en lugar de prohibirlos. El Tratado sienta las bases para que los Estados miembros aprueben leyes sobre estas cuestiones a escala nacional.

En cuanto a la regulación ambiental del comercio internacional de residuos peligrosos, el artículo 4 del Convenio de Basilea establece obligaciones generales para reducir al mínimo la generación de residuos y sus movimientos transfronterizos y garantizar su gestión ambientalmente racional. Así pues, la principal obligación impuesta por el Convenio de Basilea a las partes signatarias es gestionar los movimientos transfronterizos de residuos de manera ambientalmente racional.

Las Partes signatarias del Convenio no deben permitir la exportación de desechos peligrosos a otras Partes que hayan prohibido la importación de dichos desechos o cuando tengan motivos para creer que los desechos no se gestionarán de forma ambientalmente racional y están obligadas a cooperar para mejorar y lograr una gestión ambientalmente racional de dichos desechos.

El Convenio se basa en un sistema de "consentimiento fundamentado previo". En los casos en que las Partes hayan prohibido la importación de residuos peligrosos, no se procederá a la importación. Sin embargo, si la prohibición no existe en el estado de importación, la exportación a ese estado sólo se permitirá cuando el estado de exportación obtenga el consentimiento por escrito del estado de importación. No obtener el consentimiento del estado para la importación y el tráfico de residuos se considerará una conducta delictiva. Para obtener este consentimiento, el estado exportador debe proporcionar información completa sobre los residuos y sus movimientos transfronterizos.

Las disposiciones del Convenio de Basilea en México se han incluido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos (LGPGIR).

IV.1.b. Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado

previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional.

El Convenio de Rotterdam⁴ tiene el doble objetivo de a) promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos de cooperación entre las partes signatarias en el comercio internacional de determinados productos químicos peligrosos para proteger la salud humana y el medio ambiente de posibles daños y b) contribuir a su utilización ambientalmente racional; facilitando el intercambio de información sobre sus características, estableciendo un proceso nacional de toma de decisiones sobre su importación y exportación, y difundiendo estas decisiones entre las Partes.

En la adopción de este Convenio influyeron muchos factores, entre ellos la preocupación por el crecimiento masivo de la producción y el comercio de productos químicos, los riesgos potenciales asociados a estos productos químicos peligrosos y la falta de controles obligatorios.

Según la sección I de su artículo segundo, el Convenio de Rotterdam se aplica a:⁵

- a) Sustancias químicas prohibidas o rigurosamente restringidas; y
- b) Formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas.

El Convenio descansa en dos pilares fundamentales:

- a) Los productos químicos prohibidos o sometidos a restricciones rigurosas que figuran en el Anexo III sólo pueden exportarse con el consentimiento fundamentado previo (CFP) de la Parte importadora. Se ha establecido un procedimiento para obtener y difundir una decisión formal de los países importadores sobre si están dispuestos o no a recibir futuros envíos de un determinado producto químico y para garantizar que los países exportadores acaten estas decisiones. Actualmente hay 52 productos químicos en el Anexo III: 35 plaguicidas (incluidas tres formulaciones plaguicidas extremadamente peligrosas) y 16 productos químicos industriales, y un producto químico incluido tanto en la categoría de

⁴ Adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios en Rotterdam, el 10 de septiembre de 1998. El texto fue modificado posteriormente en septiembre de 2004, octubre de 2008, junio de 2011, mayo de 2013 y mayo de 2015. El Convenio cuenta con 160 partes. Entró en vigor en 2004

⁵ Por otra parte, según la sección II de la misma disposición, la Convención no se aplica a: estupefacientes y sustancias psicotrópicas; materiales radiactivos; desechos; armas químicas; productos farmacéuticos, incluidos los medicamentos de uso humano y veterinario; productos químicos utilizados como aditivos alimentarios; alimentos; productos químicos en cantidades que probablemente no afecten a la salud humana o al medio ambiente, siempre que sean importados; para investigación o análisis; o por un particular para su uso personal en cantidades razonables

plaguicidas como en la de productos industriales.

- b) Intercambio de información entre las Partes. De acuerdo con este principio, los países que tengan previsto exportar un producto químico cuyo uso esté prohibido o rigurosamente restringido en su territorio deben informar al país importador de que dicha exportación va a tener lugar antes del primer envío y, posteriormente, cada año, mediante el procedimiento conocido como Notificación de Exportación.

Con base en el Convenio de Rotterdam, el gobierno mexicano ha prohibido⁶ las siguientes sustancias: 2,4,5-T; aldrina, dieldrina, dinoseb, toxafeno; y ha restringido:⁷ alacloro, aldicarb, clordano, lindano, metamidofos y pentaclorofenol.

IV.1.c. Convenio de Estocolmo sobre la reducción y eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes

El Convenio de Estocolmo se adoptó en 2001 y entró en vigor en 2004. Se adoptó a partir de los Contaminantes Orgánicos Persistentes para proteger la salud humana y el medio ambiente. Hizo un llamamiento a la acción mundial contra el aumento de los contaminantes orgánicos persistentes (COP). Según su artículo 1, el Convenio de Estocolmo tiene por objeto proteger la salud humana y el medio ambiente de los contaminantes orgánicos persistentes. El artículo 6 del Convenio de Estocolmo establece que cada Parte se esforzará por desarrollar estrategias apropiadas para identificar los lugares contaminados con productos químicos incluidos en los anexos A, B o C del Convenio. También establece que cuando se emprenda la rehabilitación de estos lugares, deberá hacerse de manera ambientalmente racional.

El Convenio de Estocolmo establece las siguientes obligaciones para las partes firmantes:

1. Eliminar la producción y el uso de los productos químicos del anexo A siguiendo las disposiciones.
2. Restringir la producción y el uso de los productos químicos del anexo B siguiendo las mismas disposiciones.
3. Eliminar o restringir las importaciones y exportaciones de los productos químicos enumerados en los Anexos A y B, excepto para su eliminación ambientalmente racional,

⁶ México también ha prohibido: propionato de fenilmercurio, cianofos, cloranil, DBCP, dialiafor, endrina, erbón, formotión, fluoroacetato de sodio, fumisel, kepone/clordecona, mirex, monurón, nitrofenol, schradan triamifos, BHC, EPN, etilparatión, talio sulfato, talio sulfato

⁷ México también ha restringido: 1, 3-dicloropropeno, bromuro de metilo, cloropicrina, clorotalonil, dicofol, forato, fosforo de aluminio, isotiocianato de metilo, metam sodio, metoxicloro, mecinfos, paraquat, quintoceno, isotiocianato de metilo, metoxicloro, mecinfos, paraquat, quintoceno

fines o usos permitidos por el Convenio, o mediante el cumplimiento de requisitos específicos y teniendo en cuenta los instrumentos internacionales de consentimiento fundamentado previoexistentes.

4. Reducir y, cuando sea factible, eliminar de forma permanente las emisiones procedentes de fuentes antropogénicas no intencionadas de los productos químicos del Anexo C. El Convenio de Estocolmo exige minimizar dichas emisiones mediante las Mejores Técnicas Disponibles y las Mejores Prácticas Ambientales (MTD/MPA).
5. Determinar las existencias y los residuos que contienen COP para gestionarlos de forma segura, eficaz y respetuosa con el medio ambiente, eliminando en la medida de lo posible su contenido en COP. También se prevé la identificación y el saneamiento ambiental de los lugares contaminados.
6. Fomentar, con el apoyo de la investigación, la sustitución de productos químicos peligrosos con características de COP por alternativas no peligrosas o menos peligrosas.
7. Permitir la inclusión de nuevos COP. Además de los 12 COP contemplados inicialmente en el Convenio, se han incorporado nuevas sustancias, de acuerdo con la información científica y técnica disponible presentada por el Comité de Examen de los COP.
8. Crear los Centros Regionales y Subregionales para el desarrollo de capacidades y la transferencia de tecnología relativa al Convenio. Promover el intercambio de información, sensibilización y educación para concientizar a los ciudadanos del peligro que suponen los COP. Cabe destacar la labor del Centro de Actividad Regional para el Consumo y la Producción Sostenibles (SCP/RAC) de Barcelona, designado en 2009 como Centro Regional para la Creación de Capacidades y la Transferencia de Tecnología en el Convenio de Estocolmo. Desde ese año, los COP se han incluido como prioridad en muchas de las actividades del SCP/RAC. Está considerado como uno de los centros regionales más activos del Convenio por su trabajo en creación de capacidades y transferencia de tecnología.

En la Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo (CoP 9) celebrada en mayo de 2019, conjuntamente con los Convenios de Basilea y Rotterdam, se tomaron decisiones importantes. Las principales decisiones adoptadas fueron la inclusión del dicofol en el anexo A sin exenciones, el ácido perfluorooctanoico (PFOA), sus sales y los compuestos relacionados con el PFOA en el anexo A con dos exenciones, la reducción del alcance de las exenciones para los sulfonatos de perfluorooctano (PFOS), sus sales y el PFOSF.

En cumplimiento del Convenio de Estocolmo, México ha identificado una lista de lugares

contaminados por COP, ha prohibido la importación de varias sustancias del anexo A y ha aprobado numerosas disposiciones legales para dictaminar la restauración de los lugares contaminados.

IV.2 Marco jurídico nacional de la contaminación del suelo por COP

Como se mencionó, México no cuenta con un régimen jurídico específico en materia de contaminación del suelo por COPs. A falta de dicho régimen específico, es aplicable el régimen general de contaminación de suelos previsto por: la LGPGIR de 2003, junto con su Reglamento, LGEEPA, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), la Ley General de Salud y su Reglamento de Plaguicidas y las Normas Oficiales Mexicanas emitidas en la materia. Algunas de las regulaciones establecidas por los tratados internacionales antes mencionados se incluyen en diversos preceptos de estas leyes, pero ninguna de ellas regula de manera integral la materia.

Por ejemplo, tanto la LGPGIR como la LGEEPA se refieren a los COP como materiales y residuos peligrosos cuya eliminación inadecuada puede contaminar los suelos y causar daños al medio ambiente o a la salud, por lo que son aplicables a la contaminación del suelo por COP.

En cambio, la Ley General de Salud sólo regula los COP incluidos en la categoría de plaguicidas, pero no aborda la contaminación del suelo.

La LGEEPA contiene un capítulo denominado "Prevención y control de la contaminación del suelo", integrado por los artículos 134 a 144. Casi todas estas disposiciones legales son programáticas, y sólo el artículo 137 establece que está sujeta a la autorización de los municipios o del Distrito Federal (el gobierno de la Ciudad de México), la operación de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Del mismo modo, el artículo 142 prohíbe la importación de residuos para su vertido, depósito, confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción en el territorio nacional o en las zonas donde la nación ejerza soberanía o jurisdicción. Sin embargo, estas dos disposiciones sólo se refieren indirectamente a la contaminación del suelo.

Finalmente, de acuerdo con el artículo 141 de la LGEEPA, la Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con las Secretarías de Economía y de Salud, expedirá las Normas Oficiales Mexicanas para la fabricación y uso de envases y embalajes para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

El resto de las disposiciones de este capítulo son mucho más programáticas y se refieren a los criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo, la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (estándares) en la materia y el proceso de celebración de convenios de coordinación con las entidades federativas y los municipios.

Por el contrario, en un capítulo diferente, el artículo 152 bis de la LGEEPA se refiere explícitamente a la contaminación del suelo y establece un parámetro de remediación del suelo contaminado, señalando:

Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.

La LGPGIR también contiene un capítulo sobre la contaminación del suelo denominado "responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios", que incluye los artículos 68 a 79.

El capítulo regula fundamentalmente cinco cuestiones:

- a. la obligación de reparar los daños causados por la contaminación del suelo;
- b. la autorización de transferencia de terrenos contaminados;
- c. el abandono de lugares contaminados;
- d. la identificación, inventario, registro y
- e. la categorización de los lugares contaminados con residuos peligrosos y las declaraciones de saneamiento.

De acuerdo con el artículo 69 de la LGPGIR, "Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables."

La responsabilidad a que se refiere el artículo 69 se extiende a los propietarios o poseedores de predios privados y a los titulares de áreas concesionadas cuyos suelos se encuentren

contaminados; de acuerdo con el artículo 70, estos últimos son responsables solidarios por la contaminación del suelo, aun cuando no realicen actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos.

En principio, la transferencia de la propiedad de lugares contaminados está prohibida por el artículo 71 de la LGPGIR. No obstante, esta prohibición puede levantarse mediante la autorización concedida por la Secretaría de Medio Ambiente.⁸

El artículo 72 se refiere a la contaminación del suelo por caso fortuito o fuerza mayor. Este precepto establece: "Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente".

En el caso de sitios contaminados por residuos peligrosos que se encuentren abandonados, el artículo 73 de la LGPGIR establece que la Secretaría de Medio Ambiente, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, podrá formular y ejecutar los programas de remediación correspondientes y hacer efectivas las garantías otorgadas por quienes abandonaron el sitio en cuestión.

El artículo 74 establece que las Declaraciones de Remediación podrán establecer modalidades de derecho de propiedad. Sin embargo, la Ley no indica a quién corresponde emitir tales declaraciones.

Asimismo, según el artículo 75 de la ley, La Secretaría de Medio Ambiente y los gobiernos locales deben llevar a cabo acciones de identificación, inventario, registro y categorización de los sitios contaminados con residuos peligrosos, para proceder a su remediación. En este sentido, el artículo 78 faculta a la Secretaría de Medio Ambiente y a la Secretaría de Salud a emitir normas para la caracterización de sitios contaminados.

Por último, el artículo 76 dice: "Las autoridades locales deberán inscribir en el Registro Público de la Propiedad correspondiente los sitios contaminados que se encuentren dentro de su jurisdicción."

En cuanto a la remediación de suelos contaminados, son de aplicación los artículos 77, 78 y 79

⁸ El artículo 126 del reglamento señala al respecto: Quienes transmitan a terceros bienes inmuebles que hayan sido contaminados con materiales peligrosos, deberán informar a quienes transmitan la propiedad o posesión de dichos bienes, en los términos previstos en el segundo párrafo del artículo 71 de la Ley; dicho informe se hará constar en el instrumento en que se formalice la transmisión

de la LGPGIR, el 152 de la LGEEPA y lo dispuesto en el Capítulo II de la LFRA.

De acuerdo con el Convenio de Estocolmo, varios plaguicidas son considerados COP. La regulación de plaguicidas en México se aborda en la LGEEPA, LGPGIR, Ley General de Salud, Ley General de Sanidad Vegetal y Ley General de Sanidad Animal. La Ley General de Salud establece que la formulación, fabricación, comercialización, importación y exportación de plaguicidas y los establecimientos dedicados a ello están sujetos a la obtención de una autorización sanitaria, ya sea licencia sanitaria o aviso de funcionamiento.

En el artículo 120 fracción IV, la LGEEPA establece algunas disposiciones respecto a estas sustancias. En primer lugar, las considera sustancias sujetas a regulación federal por ser potenciales contaminantes del agua cuando se aplican. El artículo 135 fracción IV las considera sustancias que pueden contaminar el suelo, por lo que este aspecto debe considerarse al otorgar autorizaciones para la fabricación, importación, uso y realización de actividades relacionadas.

Debido a que estas sustancias pueden convertirse en residuos peligrosos durante su manejo, la LGPGIR, en sus artículos 3 y 28, establece que los productores, importadores, exportadores y distribuidores de plaguicidas deben contar con un plan de manejo ya que son productos que se convierten en residuos peligrosos cuando se usan, caducan, se retiran del comercio o se desechan. Además, el artículo 67 fracción IX prohíbe la incineración de compuestos orgánicos persistentes, bioacumulables y organoclorados.

Los artículos 5, 7, 30 y 42 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal y los artículos 10 y 95 de la Ley Federal de Sanidad Animal establecen que la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Sustentable está facultada para fijar y controlar los límites máximos permisibles de residuos tóxicos, incluidos los residuos de plaguicidas en animales, suelos y alimentos, emitir dictámenes sobre los efectos biológicos de estos productos y participar en el procedimiento de registro de estas sustancias.

Todas las leyes antes mencionadas se integraron en el Reglamento en Materia de Registros, Autorizaciones de Importación y Exportación y Certificados de Exportación de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y Sustancias y Materiales Tóxicos o Peligrosos, de 2004 y reformado casi en su totalidad en 2014. Este Reglamento en su Artículo 1° establece como su objeto regular los requisitos y procedimientos conforme a los cuales la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, la Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Sustentable otorgarán, en el ámbito de sus atribuciones, conforme a las leyes antes mencionadas, registros sanitarios, permisos y autorizaciones para la importación y exportación

de plaguicidas. Asimismo, contiene los procedimientos para la obtención de permisos y autorizaciones. Aclara la colaboración de las tres dependencias gubernamentales para que la formulación, fabricación, comercialización, importación, exportación e incluso aplicación de estos plaguicidas sea adecuada y respete el derecho a la salud y al medio ambiente.

Además de estas disposiciones generales, se han emitido diversas Normas Oficiales Mexicanas para garantizar la seguridad sanitaria, ambiental y agrícola de los plaguicidas formulados, comercializados y utilizados en México. Entre ellas destacan las siguientes:

- La NOM-232-SSA1-2009 que establece los requisitos del envase, embalaje y etiquetado de productos grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico.
- NOM-082-SAG-FITO/SSA1-2017, Límites máximos de residuos. Lineamientos técnicos y procedimiento de autorización y revisión.
- La NOM-256-SSA1-2012 Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos y personal dedicados a los servicios urbanos de control de plagas mediante plaguicidas

V. Restauración de lugares contaminados por COP

Uno de los principales problemas que enfrenta la legislación mexicana en esta materia es la falta de claridad respecto al estándar ideal de remediación para que un sitio previamente contaminado por COP se considere libre de contaminación. La LGEEPA y la LGPGIR, así como la LFRA, establecen diferentes parámetros al respecto.

Por otra parte, la regulación de la remediación de suelos contaminados por COP está dispersa en la LGPGIR, la LGEEPA y la LFRA. Las tres leyes hacen referencia al parámetro de remediación, pero el procedimiento para conseguirlo es competencia del Reglamento de la LGPGIR.

En este sentido, el artículo 152BIS de la LGEEPA señala que " Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva."

Por otro lado, de acuerdo con el artículo 78 de la LGPGIR, el parámetro de remediación es un

asunto que corresponde determinar a la autoridad; el artículo señala: La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, emitirá las normas oficiales mexicanas para la caracterización de los sitios contaminados y evaluará los riesgos al ambiente y la salud que de ello deriven, para determinar, en función del riesgo, las acciones de remediación que procedan."

Con base en esta disposición, las Secretarías de Medio Ambiente y Salud han emitido dos normas oficiales mexicanas que establecen parámetros de remediación para suelos contaminados. Estas normas pueden aplicarse a la contaminación de suelos por contaminantes orgánicos persistentes. Las normas son:

- La Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.
- Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Además de lo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente emitió la norma: NOM-133- SEMARNAT-2015, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BCPs)- Especificaciones de manejo; dentro de esta norma, en la Tabla 3 se enlistan los Límites Máximos Permisibles de BCP que se deben cumplir una vez realizada la remediación.

La LFRA no se refiere a la remediación de suelos contaminados sino, de forma más general, a la remediación de daños causados al medio ambiente, entre los que puede incluirse la contaminación del suelo por COP. El artículo 13 de esta ley establece:

“La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.”

El segundo problema que encontramos en la legislación mexicana es la ausencia de un proceso transparente según el cual deba llevarse a cabo la remediación de los lugares contaminados con COP. Ninguna de las tres leyes mencionadas aborda el tema. El Reglamento de la LGPGIR contiene un Título Sexto de los Artículos 126 a 152, que contiene muchas disposiciones relativas

a los problemas que se suelen encontrar en la limpieza de sitios contaminados, pero no regula un procedimiento de remediación.

Así, el citado reglamento contiene normas relativas a la cesión a terceros de terrenos previamente contaminados (artículos 126 -128); la contaminación por vertidos, filtraciones, descargas o derrames accidentales (artículos 129 - 131); los programas de remediación (artículos 132 - 136); el responsable de la remediación (artículo 137); los estudios de caracterización y los estudios de evaluación de riesgos ambientales (artículos 138 - 142); y las propuestas de remediación (artículos 143-146). Sin embargo, aunque este reglamento tiene un capítulo específico (artículos 148-152), este capítulo no se refiere al procedimiento. Si bien, establece una serie de medidas aplicables a las emergencias derivadas del vertido de materiales o residuos peligrosos.

A pesar de la vaguedad de la normativa, cabe señalar que cuando un sitio ha sido declarado contaminado por COP, la parte responsable debe elaborar un programa de remediación. Este programa debe contener un estudio de caracterización, una evaluación del impacto ambiental y una propuesta de remediación. Sin embargo, el reglamento no aclara quién es el responsable de declarar la contaminación y quién es el responsable de declarar que el lugar ha sido remediado.

VI. Conclusión

A pesar de que México ha firmado los principales acuerdos internacionales que abordan la contaminación del suelo por COPs, y aunque los datos oficiales muestran que existen varios sitios contaminados en el territorio nacional, aún no cuenta con una legislación nacional específica y completa que regule este problema.

A pesar de la falta de legislación específica, es posible identificar disposiciones dispersas en distintos ordenamientos jurídicos nacionales relacionadas con el problema descrito. Sin embargo, varias contradicciones entre estas legislaciones imposibilitan su aplicación. Por ejemplo, no existe una norma de reparación homogénea en las tres legislaciones, que difieren en este aspecto.

Del mismo modo, no existe ninguna normativa que regule el procedimiento que debe seguirse en la rehabilitación de los sitios y que determine las obligaciones del contaminador y las competencias de la autoridad medioambiental al respecto.

Se puede afirmar que no existe un marco jurídico para controlar la contaminación del suelo por contaminantes orgánicos persistentes.

Lista de referencias

1. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (1989)
2. Centro Europeo de Posgrado (2023) *¿Qué es la contaminación del suelo?, Maestrías y MBA*. Disponible en: <https://www.ceupe.mx/blog/que-es-la-contaminacion-del-suelo.html#:~:text=Se%20entiende%20por%20contaminaci%C3%B3n%20del,organismos%20vivos%20o%20las%20personas>. (Consultado: 25 de abril de 2023).
3. CEDRSSA (2019) *El Suelo, un recurso no renovable, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria*. Cámara de Diputados. Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/post_n-_el_suelo-n-_un_recurso_no_renovable_.htm (Consultado: 28 de abril de 2023).
4. Crespo Villalaz, C. (2004) *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5ª edn. México: Noriega Editores.
5. FAO (sin fecha) *El Suelo, Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm> (fecha de consulta: 25 de abril de 2023).
6. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (28 de enero de 1988) [LGEEPA].
7. Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos (8 de octubre 2003) [LGPGIR].
8. Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos (30 de noviembre de 2006) [Reglamento de la LGPGIR].
9. Ley Federal De Responsabilidad Ambiental (7 de junio de 2013) [LFRA].
10. Ley General de Salud (7 de febrero de 1984).
11. Secretaría de Medio Ambiente (2022) *Contaminantes Orgánicos Persistentes, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminantes-organicos-persistentes> (fecha de consulta: 25 de abril de 2023).
12. Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (1998)
13. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021) *Plan de Vigilancia Mundial para Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) Informe Final Del Proyecto Unep/Gef*

"Apoyo En La Implementación Del Plan De Monitoreo Global (GMP2) De Contaminantes Orgánicos Persistentes, COPS, En Los Países De América Latina Y El Caribe". rep. México: INECC.

14. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022) *Listado histórico de sitios contaminados en México, de los que se ingresó un programa de remediación y aquéllos reportados por la agencia de seguridad, energía y ambiente a la SEMARNAT a partir del año 2008 a enero de 2022.*
15. Convenio de Estocolmo sobre la reducción y eliminación de los contaminantes orgánicos persistentes (2001).
16. Naciones Unidas (2020) *La biodiversidad de los suelos es ignorada, pero es fundamental para alimentar al planeta, Naciones Unidas.* Naciones Unidas. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485132> (fecha de consulta: 25 de abril de 2023).