



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

¿É LA SOLUCIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

SIMPOSIO MUNDIAL
SOBRE LA CONTAMINACIÓN
DEL SUELO

DOCUMENTO
FINAL



2 - 4 MAYO 2018 | FAO - ROMA | ITALIA



itps
GRUPO TÉCNICO
INTERGOBIERNAL
DEL SUELO


Organización
Mundial de la Salud

ONU 
medio ambiente


STOCKHOLM
CONVENTION


ROTTERDAM CONVENTION


BASEL CONVENTION

Food and Agriculture Organization of the United Nations

**GLOBAL SYMPOSIUM
ON SOIL
POLLUTION**

2 - 4 MAY 2018

ALL STAFF
ARE WELCOME

DOWNLOAD
AGENDA













SEA LA SOLUCIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

DOCUMENTO FINAL DEL
SIMPOSIO MUNDIAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN
DEL SUELO

2-4 DE MAYO DE 2018 | SEDE DE LA FAO | ROMA, ITALIA

Un evento co-organizado por:

FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

AMS | Alianza Mundial por el Suelo

GTIS | Grupo Técnico Intergubernamental de Suelos

Convenios de BRE | Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo

PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

OMS | Organización Mundial de la Salud

Forrest Cavale on Unsplash

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de las instituciones organizadoras, a saber, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Alianza Mundial para el Suelo y su Grupo Técnico Intergubernamental sobre el Suelo, la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud - con respecto a la situación legal o de desarrollo de cualquier país, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades, o relativas a la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de determinadas empresas o productos de fabricantes, estén o no patentados, no implica que éstos hayan sido avalados o recomendados por las instituciones organizadoras con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. El contenido del documento final y las conclusiones o recomendaciones que contiene no reflejan la política oficial ni las opiniones de las instituciones organizadoras. Las opiniones expresadas en el documento final reflejan un resumen de los debates de los participantes, respaldado, cuando proceda, por datos científicos, y por las recomendaciones subsiguientes.

© FAO, 2019

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión de material de este producto informativo. Salvo indicación de lo contrario, el material podrá copiarse, descargarse e imprimirse para fines privados de estudio, investigación y enseñanza, o para su utilización en productos o servicios no comerciales, a condición de que se reconozca debidamente a la FAO como fuente y titular de los derechos de autor y de que la FAO no respalde en modo alguno las opiniones, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes de derechos de traducción y adaptación, y de reventa y otros derechos de uso comercial deben hacerse a través de www.fao.org/contact-us/licence-request o enviarse a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la FAO www.fao.org/publications y pueden adquirirse a través de publications-sales@fao.org.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS | IV

ABREVIATURAS | IV

COMITÉS CIENTÍFICO Y DE ORGANIZACIÓN | V

RESUMEN | 1

TEMAS DEL SIMPOSIO, PREGUNTAS CLAVE Y RESUMEN DE LA DISCUSIÓN | 3

TEMA 1: CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN TERRENOS AGRÍCOLAS Y OTROS USOS DE LA TIERRA | 4

SUBTEMA 1.1: FACTORES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS TERRENOS AGRÍCOLAS | 4

RESUMEN DEL DEBATE | 5

SUBTEMA 1.2: FACTORES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS NO AGRÍCOLAS | 5

RESUMEN DEL DEBATE | 6

TEMA 2: EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS, EL MEDIO AMBIENTE Y EL BIENESTAR HUMANO GENERAL | 7

SUBTEMA 2.1: LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA | 7

RESUMEN DEL DEBATE | 8

SUBTEMA 2.2: EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO PARA EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA | 8

RESUMEN DEL DEBATE | 9

TEMA 3: REMEDIACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS | 10

SUBTEMA 3.1: MONITORIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO | 10

RESUMEN DEL DEBATE | 10

SUBTEMA 3.2: ESTADO ACTUAL DE LAS TÉCNICAS DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS | 11

RESUMEN DEL DEBATE | 11

TEMA 4: SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO | 13

SUBTEMA 4.1: EL DESARROLLO DE POLÍTICAS Y EL ESTABLECIMIENTO DE UMBRALES PARA HACER FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO | 13

RESUMEN DEL DEBATE | 14

SUBTEMA 4.2: CASOS DE ESTUDIO A ESCALA MUNDIAL, NACIONAL Y REGIONAL | 15

RESUMEN DEL DEBATE | 15

RECOMENDACIONES | 16

TEMA 1: CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS TERRENOS AGRÍCOLAS Y OTROS USOS DE LA TIERRA | 16

TEMA 2: EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS, EL MEDIO AMBIENTE Y EL BIENESTAR HUMANO GENERAL | 16

TEMA 3: REMEDIACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS | 17

TEMA 4: SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO | 18

CONCLUSIONES Y CAMINO A SEGUIR | 20

REFERENCIAS | 22



AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador y el Comité Científico expresan su sincero agradecimiento a una serie de países, instituciones y particulares por sus importantes contribuciones al éxito del simposio. Con sincera gratitud se reconoce el apoyo financiero al simposio de la Comisión Europea, la Confederación Suiza, la Federación de Rusia, Phosagro y la Asociación Internacional de Fertilizantes.

ABREVIATURAS

| | |
|----------|--|
| AGAH | Servicio de Sanidad Animal de la División de Producción y Sanidad Animal, FAO |
| AGFF | Unidad de Calidad e Inocuidad de los Alimentos, FAO |
| AGPM | División de Producción y Protección Vegetal, FAO |
| AMS | Alianza Mundial por el Suelo |
| BRE | Secretariado de las Convenciones de Basilea, Rotterdam y Estocolmo |
| CBL | División de Tierras y Aguas, FAO |
| CCI | Centro Común de Investigación de la Comisión Europea |
| CE | Comisión Europea |
| CIE | Contaminantes de interés emergente DVGSS Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos |
| COP | Contaminantes orgánicos persistentes |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| GLOSOLAN | Red Global de Laboratorios de Suelos (por sus siglas en inglés, Global Soil Laboratories Network) |
| GSOP18 | Simposio Mundial sobre la Contaminación del Suelo 2018 |
| GSS | Gestión sostenible de los suelos |
| GTIS | Grupo Técnico Intergubernamental de Suelos |
| HAPs | Hidrocarburos aromáticos policíclicos |
| ITPS | Intergovernmental Technical Panel on Soils (siglas en inglés) |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| PCBs | Bifenilos policlorados |
| PFCPs | Productos farmacéuticos y de cuidado personal |
| PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |
| RAM | resistencia a los antimicrobianos |
| SIG | Sistemas de Información Geográfica |
| UNEA3 | Tercer período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (por sus siglas en inglés, Third session of the United Nations Environment Assembly) |
| Vis-NIR | Espectroscopia visible y de infrarrojo cercano |

COMITÉS CIENTÍFICO Y DE ORGANIZACIÓN

Este documento final, “Sea la solución a la contaminación del suelo”, fue preparado y revisado por los miembros del Comité Científico y el Comité Coorganizador (ver abajo), pero no necesariamente representa los puntos de vista de esos organismos o sus Estados miembros. Este documento también se basa y complementa con un libro de actas, que presenta resúmenes ampliados de las distintas sesiones.

COMITÉ CIENTÍFICO:

GRUPO TÉCNICO INTERGUBERNAMENTAL DE SUELOS (GTIS)

Mr. Ahmad S. Muhaimed
 Mr. Amanullah
 Ms. Botle Mapeshoane
 Mr. Brajendra
 Mr. Gan-lin Zhang
 Mr. Gary Pierzynski
 Ms. Isaurinda dos Santos Baptista Costa
 Mr. Luca Montanarella (Presidente)
 Ms. Maria De Lourdes Santos Brefin
 Mr. Martin Yemefack
 Mr. Peter de Ruiter
 Mr. Rainer Horn
 Mr. Siosiua Halavatau
 Mr. Talal Darwish

FAO

Ms. Debra Turner (AGPM)
 Ms. Gunilla Eklund (AGAH)
 Mr. Jeffrey Lejeune (AGFF)
 Ms. Natalia Rodríguez Eugenio (CBL/ Secretariado de la AMS)
 Mr. Ronald Vargas (CBL/ Secretariado de la AMS)
 Mr. Yusuf Yigini (CBL/ Secretariado de la AMS)
 Mr. Yuxin Tong (CBL/ Secretariado de la AMS)

PNUMA

Mr. Abdelkader Bensada
 Mr. Christopher Cox

CONVENIOS DE BRE

Mr. Gamini Manuweera
 Ms. Melisa T.S. Lim

OMS

Mr. Marco Martuzzi

COMITÉ ORGANIZADOR:

COMITÉ LOCAL ORGANIZADOR (FAO, CBL/SECRETARIADO AMS)

Ms. Daniela Colmenares
 Ms. Dasom Jeon
 Mr. Eduardo Mansur
 Ms. Giulia Stanco
 Ms. Isabelle Verbeke
 Mr. James Morgan
 Mr. Kostiantyn Viatkin
 Mr. Luca Montanarella (Presidente del GTIS, CCI-CE)
 Ms. Lucrezia Caon
 Ms. Maria Giuseppina Emiliano
 Ms. Marzia Calisse
 Mr. Matteo Sala
 Ms. Natalia Rodríguez Eugenio
 Mr. Ronald Vargas
 Ms. Rosa Cuevas Corona
 Ms. Stephanie Reiter
 Mr. Yusuf Yigini
 Mr. Yuxin Tong
 Ms. Zineb Bazza

PNUMA

Mr. Abdelkader Bensada
 Mr. Christopher Cox

CONVENIOS DE BRE

Ms. Melisa T.S. Lim

OMS

Mr. Marco Martuzzi



RESUMEN

El Simposio Mundial sobre la Contaminación del Suelo (GSOP18) fue organizado conjuntamente por:

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO);
- Alianza Mundial de Suelo (AMS) y su Grupo Técnico Intergubernamental sobre Suelos (GTIS);
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA);
- Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo (Convenios BRS); y
- Organización Mundial de la Salud (OMS).

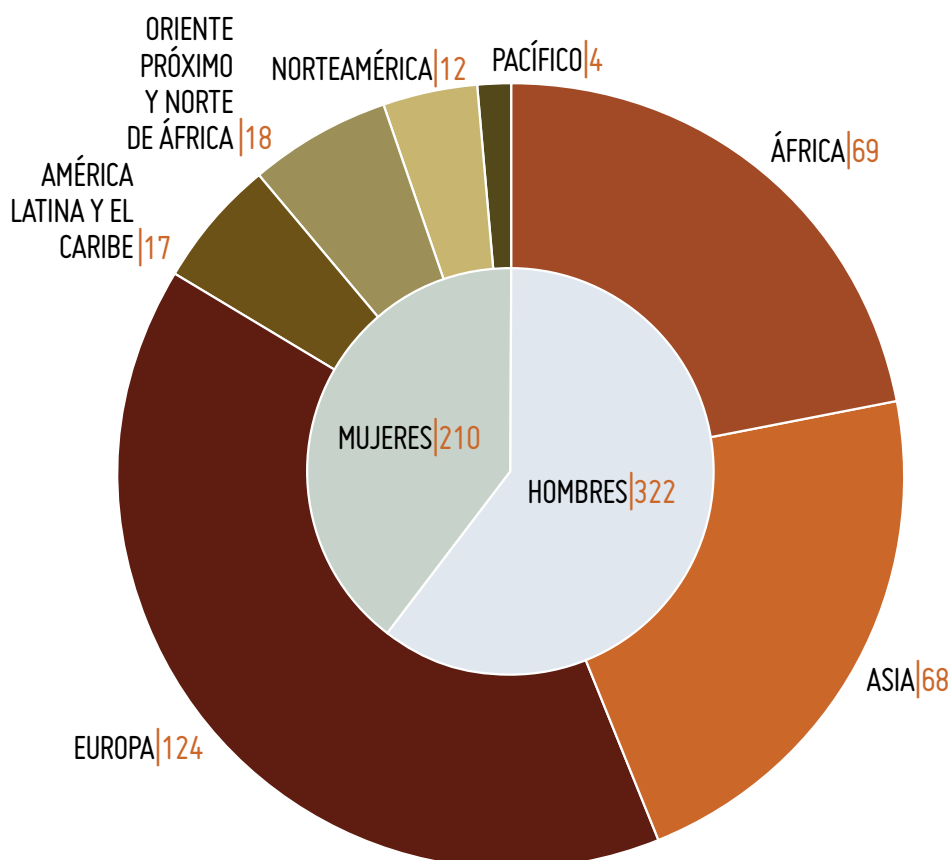
El simposio se celebró en la sede de la FAO en Roma (Italia), del 2 al 4 de mayo de 2018, y contó con la asistencia de 525 participantes (40 % mujeres y 60 % hombres) de 100 países, entre ellos representantes de los Estados Miembros de la FAO, representantes de las instituciones coorganizadoras, el mundo académico, el sector privado y la sociedad civil, así como los científicos y los usuarios de la tierra que trabajan en contaminación del suelo y campos relacionados.

El objetivo general del simposio era reunir la información y los conocimientos científicos disponibles sobre la contaminación del suelo con respecto a: las fuentes; los riesgos para la producción y la inocuidad de los alimentos, la salud humana y el medio ambiente; distintos enfoques de evaluación de riesgos; y las técnicas de vanguardia para remediar los emplazamientos contaminados.

El simposio de tres días de duración se estructuró en torno a cuatro temas principales: 1) la identificación de los principales causantes de la contaminación de suelos en diferentes usos de la tierra, 2) la evaluación de los efectos negativos de la contaminación del suelo en la inocuidad de los alimentos, el medio ambiente y la salud humana; 3) los métodos de vigilancia, evaluación y remediación de la contaminación del suelo; 4) la existencia de políticas y directrices nacionales o regionales que incluyan valores umbral para diferentes contaminantes y la situación mundial de la contaminación del suelo.

Participantes de todas las regiones en el mundo participaron activamente mediante la presentación de los resultados de investigación que demuestran que: la contaminación del suelo es una amenaza global; las principales fuentes de contaminación del suelo varían entre países y usos de la tierra; los desafíos que constituyen el monitoreo, evaluación y remediación de la contaminación del suelo; y en última instancia la discusión y el desarrollo de las mensajes que se reflejan en este documento final. Las recomendaciones presentadas en este documento tienen por objeto apoyar el desarrollo de políticas y acciones para fomentar la aplicación de estrategias de gestión del suelo y de planificación del uso de la tierra que mejoren la prevención, minimización y remediación de la contaminación de suelos, cuando ésta sea posible, a través de la promoción de la gestión sostenible del suelo (GSS).

GSOP18 | PARTICIPACIÓN



ANTECEDENTES DEL SIMPOSIO MUNDIAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Los suelos son el ecosistema más valioso del mundo (Pepper *et al.*, 2009). Se reconoce ampliamente el papel de los suelos en la producción y calidad de los alimentos, en la regulación del clima y en el suministro de materias primas y servicios, como fibras y antibióticos naturales. A pesar de los enormes progresos científicos realizados hasta la fecha, la protección y el monitoreo de las condiciones del suelo a nivel nacional y global aún se enfrentan a retos complicados que obstaculizan el diseño de políticas y la toma de decisiones eficaces sobre el terreno.

El Informe sobre la situación de los recursos de suelo en el mundo (FAO y ITPS, 2015) identificó la contaminación del suelo como una de las principales amenazas que afectan a los suelos del mundo y a los servicios ecosistémicos que éstos prestan. La contaminación del suelo supone un grave riesgo para la salud humana por contacto directo (exposición cutánea o inhalación de partículas de suelo contaminadas) o indirecto, por el consumo de plantas o animales que han acumulado grandes cantidades de contaminantes del suelo.

Las actividades humanas durante miles de años han dejado un legado de suelos contaminados en todo el mundo (Swartjes, 2011). A pesar de los esfuerzos realizados en muchas regiones del mundo para identificar y estimar el alcance de la contaminación del suelo, la falta de una evaluación mundial constituye un obstáculo para la movilización de recursos económicos a fin de reducir al mínimo la contaminación del suelo y para lograr el compromiso público y privado de luchar contra la contaminación del suelo. Se necesitan pruebas científicas más sólidas para apoyar las medidas de prevención, control y corrección de la contaminación del suelo.

En el tercer período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA3, por sus siglas en inglés), celebrado en diciembre de 2017, los países aprobaron una resolución en la que pedían que se aceleraran las medidas y la colaboración para abordar y gestionar la contaminación del suelo (United Nations Environment Programme, 2017a). La principal petición de la resolución es que se adopten las medidas necesarias a nivel nacional y regional para comprender el alcance de la contaminación del suelo en sus territorios y reforzar las políticas de prevención, reducción y gestión de la contaminación del suelo.

La remediación de suelos contaminados es esencial, y la investigación continúa desarrollando nuevos métodos de remediación basados en la ciencia. Los métodos de remediación física cada vez más costosos, como la inactivación química o el confinamiento en vertederos, están siendo reemplazados por métodos biológicos basados en evidencia científica, como la degradación microbiana mejorada o la fitoremediación (Rodríguez-Eugenio, McLaughlin y Pennock, 2018).

El mantenimiento de la salud del suelo y la prevención y reducción de la contaminación del suelo son posibles mediante la promoción de prácticas de GSS, procesos industriales respetuosos con el medio ambiente, la reducción de la generación de residuos, el reciclaje y la reutilización de productos y el almacenamiento sostenible de residuos.

La prevención de la contaminación del suelo podría contribuir a reducir la degradación del suelo, aumentar la seguridad alimentaria, contribuir sustancialmente a la adaptación y mitigación del cambio climático y a evitar los conflictos y la migración. Por lo tanto, tomando medidas inmediatas contra la contaminación del suelo podemos contribuir al logro de casi todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con un impacto significativo en los objetivos 1, 2, 3, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15 y 17.

El objetivo general del simposio era examinar el estado actual de los conocimientos científicos sobre la contaminación del suelo y sus efectos en la producción y la inocuidad de los alimentos, el medio ambiente y la salud humana. El simposio también tenía por objeto consolidar las evidencias científicas que sirvieran de apoyo a toma de decisiones para la prevención y reducción de la contaminación del suelo a fin de aumentar la inocuidad de los alimentos, la seguridad alimentaria y la nutrición, los servicios de los ecosistemas y promover la restauración de los emplazamientos contaminados, en consonancia con los objetivos de desarrollo acordados internacionalmente.

Específicamente, el objetivo era que el resultado del simposio proporcionara información crucial que pudiera contribuir:

1. Reflexión crítica sobre el impacto de las decisiones de uso de la tierra a nivel nacional en la contaminación del suelo (por ejemplo, en relación con la minería; la ubicación de las instalaciones de eliminación de residuos; la agricultura intensiva y la producción ganadera; la proximidad de los campos agrícolas a las zonas industriales o a las infraestructuras de transporte, etc.) y, en última instancia, la contaminación del aire y del agua, donde el suelo contaminado o sus contaminantes pueden ser transportados por procesos de erosión o escorrentía del agua;
2. Identificar las limitaciones y priorizar los desafíos clave relacionados con la restauración o remediación de emplazamientos contaminados;
3. Revisar las políticas, acuerdos y marcos internacionales existentes que abordan las fuentes de contaminación del suelo a fin de evaluar su eficacia y proponer formas de mejorarlos;
4. Examinar y revisar el uso de los umbrales de contaminación del suelo en todo el mundo, y explorar necesidades adicionales de investigación y de nuevas políticas; y

5. Lanzamiento de un programa de acción sobre la contaminación del suelo en respuesta a la aplicación de la resolución sobre la contaminación del suelo adoptada durante la UNEA3.

TEMAS DEL SIMPOSIO, PREGUNTAS CLAVE Y RESUMEN DE LA DISCUSIÓN

LOS CUATRO TEMAS PRINCIPALES DEL SIMPOSIO FUERON DISEÑADOS PARA CENTRAR LOS DEBATES SOBRE:

1. la identificación de las principales fuentes de contaminación del suelo en los diferentes usos del suelo;
2. la evaluación de los efectos negativos de la contaminación del suelo en la seguridad alimentaria, el medio ambiente y la salud humana;
3. los métodos disponibles para controlar, evaluar y remediar la contaminación del suelo;
4. La existencia de políticas y directrices nacionales o regionales que incluyan valores umbral para diferentes contaminantes y el estado mundial de la contaminación del suelo.

El objetivo de las discusiones interactivas fue desarrollar conclusiones y recomendaciones, basadas en las evidencias científicas presentadas, sobre el camino a seguir para prevenir y minimizar la contaminación del suelo. La identificación de lagunas en el conocimiento y en las regulaciones existentes ha llevado a la definición de la línea de trabajo para los enfoques futuros y a la priorización de las acciones más urgentes de manera consensuada. Previamente al simposio, se formularon preguntas clave para cada tema, a fin de estimular el debate y ayudar a determinar las medidas prioritarias. Las presentaciones científicas en sesiones paralelas prepararon el escenario para el debate de las preguntas temáticas, y en la mañana del último día se celebraron debates interactivos para elaborar respuestas a esas preguntas. Debido a la naturaleza general de las preguntas, no siempre fue posible obtener respuestas concretas basadas únicamente en un debate. Como resultado, las discusiones se centraron principalmente en los objetivos finales que implica cada pregunta y en lo que se debe tener en cuenta a la hora de desarrollar respuestas apropiadas.

A continuación, se enumeran los temas y subtemas del GSOP18, con breves resúmenes que ponen en contexto su importancia. Se resumen los principales temas de debate sobre cada subtema, según lo acordado por consenso por los participantes durante las sesiones de debate interactivo.



TEMA 1: CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN TERRENOS AGRÍCOLAS Y OTROS USOS DE LA TIERRA

Las actividades humanas son las principales fuentes de contaminación del suelo. Por un lado, el uso local del suelo y de los terrenos adyacentes determina el tipo y la cantidad de contaminantes en un suelo determinado. Por otra parte, el nivel de contaminación en un suelo determinado limitará el uso que se le pueda dar a ese suelo. Este tema se articuló en torno a las fuentes directas e indirectas de contaminación de los suelos agrícolas y de otros usos de la tierra, y los impactos que estos suelos pueden tener en los ecosistemas cercanos. También se relaciona con el logro de los ODS 3, 6, 9 y 11 sobre seguridad alimentaria, suministro de agua limpia, desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y planificación urbana sostenible, respectivamente.

SUBTEMA 1.1: FACTORES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS TERRENOS AGRÍCOLAS

Los suelos agrícolas están sujetos a la aplicación directa de contaminantes (por ejemplo, aplicación de pesticidas, uso de fertilizantes orgánicos tratados inadecuadamente, uso excesivo de fertilizantes minerales, el uso de agua contaminada, los residuos urbanos, las emisiones de las instalaciones de producción industrial, instalaciones de eliminación de residuos y vertederos, etc.) y a fuentes indirectas de contaminación (por ejemplo, deposición atmosférica procedente de la minería, fundición e incineración de residuos, escorrentía superficial, erosión hídrica y eólica, etc.). Los procesos relacionados con el transporte y el almacenamiento de contaminantes en el suelo y el papel de la planificación del uso del suelo en la anticipación de estos procesos son, por lo tanto, importantes. Se examinaron los aspectos económicos de la gestión racional y la mala gestión de los insumos agrícolas (aplicación de plaguicidas y fertilizantes orgánicos y minerales) en relación con la seguridad alimentaria, la salud del suelo y la economía de la degradación del suelo. Se estableció un vínculo directo especialmente con la protección del suelo en ecosistemas vulnerables a la contaminación. La producción agrícola y ganadera ha sido identificada como una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero. Mejorar el MSE y el uso racional de agroquímicos contribuirá a prevenir y minimizar la contaminación del suelo, aumentando la resiliencia de los sistemas edáficos a los peligros relacionados con el clima (meta 13.1 del ODS).

Los ponentes identificaron el uso de pesticidas, agua de riego de baja calidad, invernaderos de plástico y la modificación de los suelos con estiércol y lodos de depuradora, como las principales fuentes potenciales de contaminación del suelo en los terrenos agrícolas. Éstos pueden contener altos niveles de metales pesados, bacterias resistentes a los antimicrobianos (BRA), micro y nanoplasticos, productos farmacéuticos y de cuidado personal (PFCP) y otros contaminantes de interés emergente (CIE). Está claro que los residuos orgánicos tienen un gran potencial para aumentar la materia orgánica del suelo y contribuir a aumentar la producción de cultivos, pero los participantes subrayaron la necesidad de elaborar y fortalecer las normas y directrices internacionales sobre el uso de fertilizantes orgánicos para asegurar que no se liberen contaminantes al medio ambiente con su uso. Los participantes destacaron la importancia de los programas de seguimiento a largo plazo (incluido el seguimiento de mezclas complejas) para desarrollar evaluaciones de riesgo informadas para determinar la exposición humana y ambiental. Se requieren más investigaciones relacionadas con los efectos de los plaguicidas en los organismos del suelo, las interacciones entre los diferentes productos agroquímicos y su potencial transferencia a la cadena alimentaria.

A nivel mundial, los suelos son la principal fuente de N₂O para la atmósfera. Las emisiones agrícolas debidas al uso de fertilizantes y abonos ricos en N, junto con las emisiones naturales de los suelos, representan el 56-70% de todas las fuentes de N₂O a nivel mundial (Syakila y Kroeze, 2011). Los participantes destacaron la urgente necesidad de monitorear los nutrientes en los suelos, mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes y la promoción de la capacitación de los agricultores para controlar el uso indebido de productos agroquímicos.

Los enfoques de evaluación de riesgos en los sistemas agrícolas deberían tener en cuenta la biodisponibilidad de los diferentes contaminantes y las vías que intervienen en su transferencia a organismos y cultivos.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿EXISTEN PRUEBAS CIENTÍFICAS SUFICIENTES SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS CAMPOS AGRÍCOLAS?
- ¿CÓMO INFLUYEN EL USO DEL SUELO Y LA PLANIFICACIÓN URBANA E INDUSTRIAL EN EL TIPO Y LA CANTIDAD DE CONTAMINANTES EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS?
- ¿CÓMO PUEDE CONTRIBUIR EL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE LA GESTIÓN DE PLAGUICIDAS A PREVENIR EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS CAMPOS AGRÍCOLAS?

RESUMEN DEL DEBATE

El uso indebido de agroquímicos, como la fertilización excesiva y la aplicación incontrolada de plaguicidas, se identificaron como las principales fuentes de contaminación en los campos agrícolas. Las regulaciones internacionales podrían ayudar a controlar la comercialización y el uso sostenible de estos productos. Los participantes en esta sesión acordaron los beneficios y las mejoras logradas desde el lanzamiento del Código de Conducta para la Gestión de Plaguicidas, y apoyaron la adopción de una herramienta similar para regular el uso de fertilizantes.

Además, los ponentes y asistentes a esta sesión coincidieron en la importancia de concienciar a los agricultores sobre los problemas causados por el mal uso de los agroquímicos y su participación en el desarrollo de buenas prácticas para la gestión sostenible del suelo y de los cultivos. En este sentido, surgió la idea de incluir medidas específicas para prevenir y combatir la contaminación de suelos dentro del Programa de Médicos del Suelo de la AMS. Capacitación para prevenir la contaminación del suelo de manera que los conocimientos adquiridos puedan ser transmitidos de agricultor a agricultor fue identificada como la mejor manera de involucrar a todas las partes interesadas.

Las medidas para revertir la degradación del suelo deben tener en cuenta la prevención y la reducción de la contaminación del suelo, incluso aunque sea una amenaza menos obvia. Los participantes hicieron hincapié en la necesidad de aplicar las Directrices Voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos (DVGSS) no sólo en los países en desarrollo, sino también con un fuerte compromiso por parte de los países y regiones desarrollados. Fomentar la rotación de cultivos, el cultivo intercalado de leguminosas en sistemas de cultivo a base de cereales y la economía circular dentro de los campos agrícolas fueron algunas de las propuestas que podrían reducir el uso de agroquímicos y la contaminación resultante del suelo.

Varias intervenciones señalaron que los suelos agrícolas a menudo no son los culpables sino las víctimas de la contaminación, principalmente de las actividades circundantes. La planificación del uso de la tierra debe tener en cuenta los suelos contaminados heredados y diseñar usos apropiados para ellos de acuerdo con los niveles actuales de contaminación, así como la instalación de actividades potencialmente contaminantes en áreas cercanas a los suelos agrícolas.

El debate concluyó con un claro entendimiento de que es necesario involucrar a todas las partes interesadas y aumentar la toma de conciencia del riesgo que supone la contaminación del suelo. Se necesitan iniciativas más transparentes y participativas para implicar a los ciudadanos y otras partes interesadas en la prevención y el control de la contaminación del suelo.

Tres conclusiones principales surgieron de las discusiones durante esta sesión. En primer lugar, se subrayó la necesidad de elaborar sistemas armonizados de medición y vigilancia basados en normas para suelos sanos. Un sistema mundial de vigilancia permitiría reconocer a los países que están abordando activamente la contaminación del suelo y compartir experiencias y tecnologías pertinentes. En segundo lugar, los participantes propusieron el establecimiento de una plataforma que conecte las redes existentes para compartir conocimientos y experiencias y que permita el intercambio permanente entre los usuarios de la tierra, los científicos y los encargados de la formulación de políticas a fin de aumentar la concienciación global sobre la contaminación del suelo y diseñar colectivamente medidas de prevención. Por último, es necesario instar a los gobiernos a que apliquen los principios de prevención y precaución, lo que permitiría adoptar medidas oportunas para proteger el medio ambiente. Las directrices internacionales son esenciales para facilitar el desarrollo e implementación de regulaciones nacionales que incluyan la aplicación de estos dos principios con respecto a la comercialización y uso de agroquímicos. Además, teniendo en cuenta los costes y la imposibilidad de restaurar o remediar completamente grandes superficies, estos principios deberían aplicarse globalmente.

SUBTEMA 1.2: FACTORES DE CONTAMINACIÓN EN SUELOS NO AGRÍCOLAS

El vínculo entre la contaminación del suelo y el logro de las metas 9.4, 11.3, 15.1 y 15.3 de los ODS se subrayó en el marco de: desarrollo y adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales; fomentar la urbanización inclusiva y sostenible para lograr un asentamiento humano participativo, integrado y sostenible, la planificación y la gestión; y la lucha contra la degradación del suelo. En las metas 6.2 y 6.3 de los ODS se destaca la importancia de las actividades de gestión de desechos y saneamiento para reducir la emisión de contaminantes al medio ambiente. Las metas 11.6 y 12.4 enfatizan la necesidad de gestionar adecuadamente los residuos urbanos e industriales, ya que son una de las principales fuentes de contaminación del suelo en los suelos no agrícolas.

Según las pruebas existentes (Cetin, 2016; EEA, 2014), las actividades industriales y mineras, junto con los vertederos, los accidentes nucleares y las pruebas de bombas nucleares, han dejado por todo el mundo un legado de emplazamientos altamente contaminados por metales pesados, elementos radiactivos, hidrocarburos y contaminantes orgánicos persistentes (COP). Las fuentes de contaminación del suelo varían de una región a otra y están claramente relacionadas con las principales actividades económicas pasadas y presentes en cada región. La eliminación de residuos desempeña un papel importante respecto a la contaminación de suelos y representa un problema muy grave para las islas pequeñas y los países en desarrollo, donde no existen adecuadas instalaciones para la gestión de residuos, ni legislación estricta que regule la eliminación de residuos y promueva el reciclado y la reutilización.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES FACTORES DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS USOS NO AGRÍCOLAS DE LA TIERRA?
- ¿EXISTE INFORMACIÓN FIABLE SOBRE EL ALCANCE DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN OTROS USOS DE LA TIERRA?

RESUMEN DEL DEBATE

Durante esta sesión, se presentaron muchos ejemplos de contaminación heredada junto con una gran diversidad de contaminantes procedentes de diferentes actividades humanas y su distribución en diferentes regiones. La minería, las actividades industriales y las centrales nucleares se mencionaron repetidamente como fuentes de contaminación en diferentes regiones del mundo.

El primer punto comentado por los participantes en esta sesión fue la dificultad de diferenciar entre suelos agrícolas y no agrícolas cuando se hace referencia a la contaminación del suelo, especialmente debido a que los suelos agrícolas se ven frecuentemente afectados por actividades cercanas.

La complejidad de identificar claramente la fuente de contaminación (agrícola, industrial, urbana, etc.) y la falta de información sobre la contaminación difusa que afecta a los suelos en todo el mundo son las principales razones por las que este problema ha sido ignorado durante mucho tiempo. Se señaló que hay muchos datos estimados, pero relativamente pocos datos han sido validados formalmente, por lo que durante el debate se convino en que la evaluación de la contaminación difusa debería ser una prioridad debido a la escasez de datos sobre los riesgos para la salud humana, el medio ambiente y para los servicios ecosistémicos proporcionados por dichos suelos contaminados.

Se presentaron ejemplos de inventarios y sistemas de vigilancia de lugares contaminados, principalmente en Europa. Muchos los países tienen listas de actividades potencialmente contaminantes que pueden ser fácilmente georeferenciadas mediante el uso de mapas de uso de la tierra. Esto permite una planificación adecuada del uso de la tierra y la prevención de la contaminación del suelo en aquellos usos de la tierra con un mayor impacto en la salud de los seres humanos, como los campos agrícolas o las zonas urbanas. Promover el establecimiento de comunidades y ciudades inteligentes, especialmente en los pequeños Estados Insulares y en los países en desarrollo, contribuirá a prevenir y reducir al mínimo las consecuencias negativas de los impactos de la contaminación del suelo.

En las observaciones finales de esta sesión, los participantes solicitaron una mayor inversión en la elaboración de inventarios coherentes de emplazamientos contaminados a nivel nacional. Contribuirán a la reducción de los impactos negativos de la contaminación del suelo sobre la salud humana asignando un uso adecuado que minimice los impactos negativos de dichos emplazamientos.



TEMA 2: EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS, EL MEDIO AMBIENTE Y EL BIENESTAR HUMANO GENERAL

La contaminación del suelo afecta el bienestar humano y el medio ambiente a través del contacto directo con los contaminantes, los cuales comprometen la capacidad del suelo para filtrar, amortiguar y transformar los contaminantes inorgánicos y orgánicos (Blum, 2005), y pueden influir en otras propiedades físicas, químicas o biológicas que dificultan el desempeño de los servicios ecosistémicos. Estas funciones esenciales del suelo garantizan la producción de alimentos inocuos y nutritivos y de agua subterránea de buena calidad. Especialmente en las zonas áridas, donde la disponibilidad de agua es un factor limitante para la producción agrícola, las aguas residuales de las plantas de tratamiento se utilizan a menudo como fuente alternativa de agua para el riego a fin de crear resiliencia al cambio climático. A menudo, este agua (y los residuos sólidos que transporta) es de baja calidad física, química y sanitaria, causando contaminación del suelo y problemas de salud humana (Blume *et al.*, 1980; Liu, 2011).

En este contexto, el Tema 2 se vinculó estrechamente a la consecución de varios ODS, especialmente los objetivos 2 y 3 sobre el hambre cero y la buena salud y el bienestar humano. Sin embargo, el logro de otras metas es esencial para lograr estos dos objetivos, como el ODS 6, que tiene por objeto asegurar la disponibilidad y el manejo sostenible del agua, esencial para garantizar la producción de alimentos. El ODS 6 insta a la toma de medidas urgentes contra la contaminación del suelo para mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la defecación al aire libre, la reducción de la contaminación, la eliminación de vertidos y la minimización de la liberación de sustancias químicas peligrosas. La meta 9.4, relativa al desarrollo de tecnologías e industrias sostenibles y ecológicamente racionales, contribuye a reducir la liberación de contaminantes a la atmósfera y los suelos y, por lo tanto, a atenuar la contaminación difusa de las actividades industriales a los campos agrícolas. Del mismo modo, el logro del objetivo 11 sólo puede lograrse abordando la contaminación del suelo, que, a su vez, puede evitarse invirtiendo en sistemas de transporte más seguros y limpios y mejorando la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. Lograr que las zonas urbanas sean seguras y sostenibles implicaría garantizar la eliminación y gestión adecuadas de los residuos urbanos (objetivo 11.6 de los ODS), así como la gestión ambientalmente racional de los productos químicos y otros residuos industriales (objetivo 12.4 de los ODS).

Los suelos contaminados contribuyen al cambio climático al afectar negativamente a diversas especies y ecosistemas del planeta y a su resiliencia ante el cambio climático. Por lo tanto, la lucha contra la contaminación del suelo contribuiría a ralentizar o, al menos, a no acentuar los cambios en el clima mundial (ODS 13). Los suelos sanos son más resistentes a los peligros relacionados con el clima y menos propensos a la erosión causada por fenómenos meteorológicos extremos. Los suelos sanos favorecen el crecimiento saludable de las plantas que contribuyen a la fijación de carbono de la atmósfera. Los debates sobre este tema también se centraron en la consecución de los ODS 14 y 15 relativos a la protección de los ecosistemas marinos y terrestres.

En la resolución de la UNEA3 sobre la contaminación del suelo se pide a los países miembros que aborden la contaminación del suelo en el marco de los programas mundiales de medio ambiente, seguridad alimentaria, desarrollo y salud de manera integrada, especialmente mediante enfoques preventivos y de gestión de riesgos (United Nations Environment Programme, 2017b). Las investigaciones presentadas en relación con este tema proporcionaron una base sólida para determinar los últimos avances y las principales deficiencias que es preciso subsanar a fin de alcanzar los objetivos de los programas internacionales.

SUBTEMA 2.1: LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

El estiércol y los lodos de depuradora se utilizan a menudo como enmiendas para aumentar la productividad de los cultivos y el contenido de materia orgánica del suelo, pero a menudo sin un pretratamiento o compostaje adecuados. Los metales pesados, los compuestos orgánicos persistentes y los contaminantes emergentes, como las bacterias resistentes a los antibióticos, los productos farmacéuticos o los disruptores hormonales, son entonces liberados en los suelos. Los cultivos pueden absorber los contaminantes disponibles en la solución del suelo y acumularlos en diferentes tejidos vegetales, incluidas las partes comestibles. Los alimentos contaminados representan un gran riesgo para la salud humana, ya que constituyen la principal vía de entrada de metales pesados a los seres humanos. La lucha contra la contaminación del suelo contribuye a garantizar el acceso a alimentos inocuos, nutritivos y suficientes, tal y como se menciona en el objetivo 2.1 de los ODS.

Datos científicos sólidos demostraron la transferencia de contaminantes del suelo a la cadena alimentaria. Los ponentes de esta sesión mostraron varios ejemplos de acumulación de metales pesados en partes comestibles de plantas y los modelos utilizados para derivar los umbrales críticos de exposición y tasas de ingestión. Sin embargo, hubo una preocupación común entre los participantes de que esos umbrales no tienen en cuenta la biodisponibilidad de los contaminantes en el suelo y que los umbrales varían de un país a otro. Evaluaciones de riesgos para la salud humana en países desarrollados, como la Unión Europea o los Estados Unidos, son altamente sofisticados y se basan en modelos complejos, pero éstos no están armonizados, por lo que la discusión continúa sobre los umbrales de contaminantes en los alimentos y los suelos más adecuados. La cuestión de las bacterias resistentes a los antimicrobianos también se presentó como un riesgo importante para la salud humana; el uso de estiércol aviar para aumentar la fertilidad del suelo está introduciendo cantidades elevadas y diversas de microorganismos resistentes en los suelos debido a la menor regulación de la cama de las aves de corral que la del estiércol del ganado. La virulencia microbiana y el potencial de transmisión de información genética a otros microorganismos del medio ambiente deben estudiarse con más detalle y se consideraron como un aspecto crucial de la contaminación del suelo que no puede ignorarse debido a las importantes repercusiones que tiene

sobre la inocuidad de los alimentos en todo el mundo. Los consumidores o la población en general estaban en primera plana de estas charlas, todas las presentaciones mencionaron el arduo trabajo que se está llevando a cabo para prevenir la contaminación del suelo y, por lo tanto, aumentar la seguridad alimentaria para los consumidores.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CÓMO INFLUYE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA CALIDAD Y SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS QUE CONSUMIMOS?
- ¿CÓMO AFECTA LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, LA SEGURIDAD Y LA NUTRICIÓN A LARGO PLAZO (ESCENARIOS FUTUROS)?
- ¿EXISTEN MEDIDAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA CADENA ALIMENTARIA?

RESUMEN DEL DEBATE

Hubo consenso en que la contaminación del suelo tiene un efecto directo en los cultivos, con presentaciones que iban desde estudios más amplios sobre la transferencia de contaminantes de los suelos agrícolas contaminados a las plantas de cultivo en Italia, hasta la transferencia de contaminantes como el cadmio y el arsénico a los cultivos de arroz y las estrategias para reducir sus niveles mediante prácticas de gestión en el Japón.

Reducir los niveles inaceptables de contaminantes en los alimentos, el suelo y el agua debe ser la principal prioridad en los próximos años, según los participantes. La contaminación del suelo influye en la calidad y la seguridad alimentaria, a través de la introducción de patógenos con ciertos alimentos contaminados, patógenos humanos, dispersión de genes de resistencia a los antibióticos, reducción del rendimiento de los cultivos y pérdida de la biodiversidad del suelo con efectos desconocidos. El coste de la inacción es intolerable, ya que pondría en peligro la seguridad alimentaria y el cumplimiento de los ODS.

Las reglamentaciones internacionales, como el Codex Alimentarius, deberían adaptarse para abordar las mezclas complejas de contaminantes en los suelos, los contaminantes de interés emergente y los aspectos alimentarios. En última instancia, es necesario desarrollar herramientas normalizadas y flexibles para obtener valores de análisis de suelos. También se debatió que sería útil hacerse la pregunta contraria ¿cómo afecta la contaminación del suelo a la producción de alimentos? para tener una idea más completa del proceso de contaminación del suelo. También tenemos que considerar la cuestión de cómo las técnicas de producción de alimentos contribuyen a la contaminación del suelo.

SUBTEMA 2.2: EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO PARA EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA

Las prácticas agrícolas insostenibles o los cambios en el uso de la tierra pueden convertir el suelo en una fuente de contaminación, afectando a la salud humana a través de la exposición directa y la entrada de contaminantes en la cadena alimentaria, así como afectando a otros sectores del medio ambiente, como las masas de agua, el aire y los organismos vivos. El uso excesivo de fertilizantes facilita la lixiviación de nutrientes a las aguas subterráneas, causando la contaminación por nutrientes del agua dulce y de los ambientes marinos, amenazando el logro de los ODS 6 y 14. El sedimento en sí mismo puede tener muchos impactos negativos en las aguas superficiales. Para garantizar una vida y un medio ambiente sanos en ciudades seguras, es preciso prevenir y reducir al mínimo la contaminación del suelo.

La contaminación local del suelo se produce con frecuencia en relación con las actividades industriales pasadas y presentes, la gestión y la eliminación de residuos, incluidos los restos de materiales peligrosos como los plaguicidas obsoletos. Un sinnúmero de agentes químicos, algunos de ellos altamente persistentes, se encuentran en varios niveles del suelo y pueden entrar en la capa freática, en los alimentos producidos localmente, y liberarse a la atmósfera como gases o partículas en suspensión. Este tipo de contaminación y sus efectos adversos para la salud se han documentado en muchos casos, pero se desconoce la magnitud general del impacto de la contaminación del suelo en la salud humana. Esto contrasta con la contaminación del aire o del agua, para la que se dispone de estimaciones fiables sobre su carga de morbilidad desde hace unos dos decenios.

Una vez identificadas las fuentes de contaminación del suelo, es necesario analizar los mecanismos y las vías que siguen los contaminantes desde los suelos hasta el cuerpo humano y otros compartimentos del medio ambiente, como el aire y las masas de agua. La capacidad del suelo para filtrar, amortiguar, retener y transformar contaminantes es bien conocida, pero esta capacidad puede ser anulada o alterada si el suelo es mal manejado.

Otra cuestión olvidada que vincula claramente la contaminación del suelo con la salud humana y un medio ambiente seguro ha sido reconocida en la meta 6.2 de los ODS, cuyo objetivo es garantizar el saneamiento para todos. La defecación al aire libre es una fuente importante de patógenos y microorganismos resistentes a los antimicrobianos que entran en el suelo y pueden pasar a la cadena alimentaria o causar daños directos por exposición dérmica (contacto con la piel) o inhalación (respiración) de partículas de suelo contaminadas.

En este subtema se abordaron las últimas investigaciones sobre cómo evaluar los efectos de la contaminación del suelo en la producción de alimentos, la salud humana y el medio ambiente, y cómo vigilar los efectos de la contaminación del suelo en la salud humana y en todos los organismos vivos, desde la micro y macrobiota del suelo hasta los animales que pastan, las aves y las pesquerías afectadas. Los investigadores que participaron en esta sesión confirmaron las diferentes vías de exposición a los contaminantes del suelo a través de la inhalación de polvo, la ingestión de agua contaminada, la transferencia de la cadena alimentaria y la ingestión del suelo. A menudo se pasan por alto los impactos ecológicos de la contaminación del suelo o sólo se consideran los efectos sobre la macrobiota. Deben llevarse a cabo evaluaciones de riesgos ecotoxicológicos para los organismos del suelo, que son, en última instancia, los responsables de mantener los suelos sanos y en pleno funcionamiento. Otro cambio en la concepción general del problema de la contaminación del suelo que se sugirió durante esta sesión fue pasar de la medición de las concentraciones de contaminantes a la medición de sus efectos en múltiples organismos mediante bioensayos.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CUÁL ES EL IMPACTO DE LOS SUELOS CONTAMINADOS EN LOS ECOSISTEMAS CERCANOS O AGUAS ABAJO?
- ¿CÓMO SE PUEDE EVALUAR EL RIESGO QUE REPRESENTAN PARA EL MEDIO AMBIENTE LOS SUELOS CONTAMINADOS?
- ¿CUÁL ES EL IMPACTO DE LOS RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS Y DE LOS ORGANISMOS RAM EN LAS ENMIENDAS DEL SUELO Y DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES SOBRE LA ECOLOGÍA MICROBIANA EN LOS SUELOS Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS MEDIADOS POR EL SUELO?

RESUMEN DEL DEBATE

Las conclusiones de esta sesión destacaron la necesidad de invertir en estudios a largo plazo para comprender mejor los efectos de la exposición continuada a dosis bajas de contaminantes y los efectos sinérgicos y antagónicos entre los diferentes contaminantes. También se acordó que las evaluaciones de riesgos y la vigilancia de la contaminación del suelo son necesarias para abordar su prevención y remediación y proporcionar prácticas de gestión adecuadas.

Los participantes convinieron en que sería interesante para la FAO y la AMS elaborar términos e indicadores normalizados que correlacionen los niveles de contaminación del suelo con el cumplimiento o la amenaza del cumplimiento de los ODS. En este sentido, la investigación sobre el alcance y los efectos de los contaminantes emergentes, como los microplásticos, los contaminantes orgánicos persistentes o los organismos RAM a fin de aumentarlos hasta alcanzar los niveles siguientes incluirlos en los indicadores. Transferencia de tecnología relacionada con la secuenciación del genoma para la evaluación de microbiomas del suelo es un paso esencial hacia una mejor comprensión de los efectos ecotoxicológicos de los contaminantes en los suelos.

Esta sesión reunió a diferentes partes interesadas, incluidas instituciones de investigación, responsables políticos, organizaciones internacionales y la industria. Si bien estas partes interesadas tienen objetivos y prioridades diferentes, hubo un claro acuerdo sobre la necesidad urgente de abordar la cuestión de la contaminación del suelo y los efectos que tiene en la inocuidad de los alimentos, el medio ambiente y la salud humana. Los responsables de la formulación de políticas también estuvieron presentes y compartieron visiones generales de las leyes existentes relacionadas con el tema, de lo que se está haciendo actualmente para evitar los impactos sobre la inocuidad de los alimentos y de lo que aún queda por hacer.

TEMA 3: REMEDIACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS

El primer paso antes de la remediación de los emplazamientos contaminados es la identificación de las fuentes potenciales de contaminación, lo que debe confirmarse mediante la investigación del sitio y el análisis del suelo. Disponer de información de suelos a nivel nacional facilitará la identificación de suelos contaminados, además de constituir una base sólida para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra.

De conformidad con la meta 17.18 de los ODS relativa a los datos, la supervisión y la rendición de cuentas, los países en desarrollo y desarrollados deberían aumentar considerablemente la disponibilidad de datos de alta calidad, oportunos y fiables. En la resolución de la UNEA3 también se pide explícitamente que se promueva la recopilación coordinada de datos y la gestión de la información sobre la contaminación del suelo.

La contaminación del suelo se ha descuidado durante demasiado tiempo, hasta la fecha sólo se han adoptado medidas claras en los casos en que se observaron efectos negativos inmediatos en el medio ambiente y la salud humana. La contaminación del suelo viene determinada por una compleja combinación de factores, tales como el tipo de contaminante, la historia del emplazamiento y los antecedentes geológicos, por lo que es específica a nivel local y regional. Durante el simposio también se destacó la falta de conocimientos sobre el destino de los contaminantes en el suelo y la escasez de información disponible sobre estudios toxicológicos integrados (Cachada *et al.*, 2016).

La prevención de la contaminación del suelo es, sin duda, la mejor solución para el logro de sociedades sostenibles y para asegurar el legado de un planeta sano y productivo para las generaciones futuras. La elaboración de políticas adecuadas para regular las fuentes puntuales y la contaminación difusa, así como el fortalecimiento de la aplicación de las ya existentes, son esenciales para lograr una prevención efectiva.

SUBTEMA 3.1: MONITORIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La monitorización nacional y la presentación de informes sobre la presencia de contaminantes en el suelo están adquiriendo cada vez más importancia debido a la escasez de suelos aptos para la agricultura y otros usos de la tierra, que se ve exacerbada por el crecimiento de la población. Los recientes avances en el uso de la teledetección en la cartografía del suelo ofrecen posibilidades para evaluar la contaminación del suelo y mejorar la información de suelos disponible sobre la cobertura espacial y temática, hasta ahora incompleta a nivel regional y mundial.

En los últimos decenios se han elaborado y perfeccionado protocolos para evaluar y cartografiar la contaminación puntual en muchos países desarrollados, los cuales pueden aplicarse en otras partes del mundo, pero se necesita adaptar estos protocolos a las prioridades nacionales, las legislaciones vigentes, la disponibilidad de recursos y de capacidades técnicas. Comprender la idiosincrasia y la situación social y económica de cada región es esencial para diseñar las mejores técnicas de control de la contaminación de suelos.

En esta sesión se examinaron varias técnicas novedosas para evaluar la contaminación del suelo, como los sistemas de información geográfica (SIG), la teledetección, la espectroscopia de infrarrojo visible y cercano (Vis-NIR) y las técnicas nucleares y multisisotópicas. Para obtener datos comparables sobre la contaminación del suelo entre regiones y países, es importante establecer protocolos normalizados de evaluación y análisis y elaborar un marco armonizado para la recolección y presentación de datos sobre la contaminación del suelo. Sin embargo, los contaminantes del suelo no se miden sistemáticamente en los laboratorios de suelos y no existen metodologías armonizadas que permitan comparaciones entre países o incluso regiones.

En varias presentaciones y debates se subrayó la utilidad de la cartografía de la contaminación del suelo, no sólo para orientar los esfuerzos de remediación, sino también para la planificación del uso de la tierra y la planificación urbana, así como para la adopción de decisiones en función de la idoneidad para el uso.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿EXISTEN PROTOCOLOS ACORDADOS PARA EVALUAR, CARTOGRAFIAR Y MONITOREAR LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO A DIFERENTES NIVELES?
- ¿EXISTE UNA LÍNEA DE BASE DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO A NIVEL MUNDIAL?

RESUMEN DEL DEBATE

Es importante redoblar los esfuerzos para identificar, evaluar, cartografiar, monitorizar y modelizar la contaminación del suelo con el fin de prevenir la exposición humana a los contaminantes y restaurar los emplazamientos contaminados y, en última instancia, garantizar el suministro de alimentos suficientes, sanos y nutritivos. El desarrollo de métodos fáciles de usar y enfoques que resulten rentables para evaluar los contaminantes en los suelos es esencial para garantizar que los países en desarrollo puedan generar los datos solicitados.

Los participantes destacaron la gran experiencia adquirida en la evaluación y cartografía de la contaminación puntual, en particular en los países desarrollados, y estuvieron de acuerdo en que otros países deberían aprovechar la experiencia adquirida para evitar errores costosos. También se discutió la ampliación de los parámetros utilizados para evaluar la contaminación del suelo bajo el concepto de remediación sostenible.

Todos los participantes en este debate coincidieron en la necesidad de intensificar los esfuerzos para evaluar y monitorizar la contaminación difusa. En este caso, los debates se refirieron al principio de que “quien contamina paga”. La movilización de los ciudadanos es esencial para instar a los gobiernos a remediar los emplazamientos contaminados y aplicar plenamente el principio de “quien contamina paga” en la legislación vigente tanto a nivel nacional como internacional. Exigir la trazabilidad de los compuestos químicos que se liberan en el medio ambiente permitiría identificar la fuente, prevenir futuros accidentes o vertidos intencionados, y elaborar estrategias para dar prioridad a los contaminantes de interés urgente.

En muchos países, la tendencia reciente es seguir una evaluación de riesgos específica para cada sitio basada en el uso de la tierra, la proximidad a las zonas urbanas y la posibilidad de transferencia de contaminantes al subsuelo, las aguas subterráneas y otros compartimentos ambientales.

Los niveles umbral para los distintos contaminantes no se abordaron en el marco de este tema, sino que se examinaron a fondo en el subtema 4.1.

SUBTEMA 3.2: ESTADO ACTUAL DE LAS TÉCNICAS DE DESCONTAMINACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS

Es importante restaurar o remediar los suelos contaminados a un nivel en el cual el uso actual o propuesto para un determinado sitio pueda llevarse a cabo con un riesgo mínimo para los seres humanos y el medio ambiente. Se están realizando numerosos intentos de descontaminación de suelos contaminados, incluyendo una serie de técnicas tanto in situ (en el sitio, directamente sobre el suelo) como fuera del sitio (remoción del suelo contaminado para su tratamiento) (Rodríguez-Eugenio, McLaughlin y Pennock, 2018). La remediación física mediante métodos como la inactivación química o el confinamiento de suelos contaminados en vertederos resulta cada vez más costosa y está siendo sustituida por métodos biológicos como el aumento de la degradación microbiana o la fitorremediación, como lo demuestra el elevado número de estudios científicos sobre casos de éxito presentados a este respecto. Sin embargo, la excavación y el confinamiento en vertederos siguen siendo la principal solución técnica en casos de contaminación grave, en los que se requiere una acción rápida; creando un problema subsiguiente de eliminación del suelo superficial contaminado que ha sido removido.

Las diferencias entre la restauración y la remediación surgieron durante las discusiones, y los participantes estuvieron de acuerdo en la necesidad de determinar, antes de la evaluación de riesgos, el uso futuro de un sitio contaminado para elegir qué técnicas son las más apropiadas en cada caso. Las técnicas de remediación son variadas y a menudo no hay una sola técnica que se pueda aplicar. Las técnicas varían de acuerdo a las características del sitio, el tipo de contaminación, y las capacidades y tecnologías existentes en el país. La remediación sostenible surge como una nueva alternativa, un enfoque rentable para tratar los emplazamientos contaminados heredados, con el objetivo de equilibrar la viabilidad económica, la conservación de los recursos naturales y de la biodiversidad, y la mejora de la calidad de vida en los alrededores (Holland *et al.*, 2011). En casos de contaminación prolongada y grave, la recuperación de tierras no es factible y la estabilización de la contaminación por métodos naturales es el mejor enfoque.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS QUE DETERMINAN SI UN EMPLAZAMIENTO CONTAMINADO PUEDE O DEBE SER REMEDIADO?
- ¿QUÉ HERRAMIENTAS/TECNOLOGÍAS PUEDEN UTILIZARSE PARA MEJORAR LA REMEDIACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS?
- ¿HASTA QUÉ PUNTO SE PUEDEN RESTAURAR EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS PARA LA PRODUCCIÓN SEGURA DE ALIMENTOS?

RESUMEN DEL DEBATE

Se discutió sobre la importancia de aplicar un enfoque basado en el riesgo a la toma de decisiones sobre si se debe o no remediar un sitio contaminado. Este enfoque es coherente con la necesidad reconocida de tener en cuenta la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los contaminantes al establecer criterios para la remediación.

Durante el debate, se destacó que, en los países en desarrollo, los recursos financieros, la capacidad humana y la disponibilidad de herramientas analíticas suponen las principales limitaciones para la remediación de suelos contaminados. La investigación y el desarrollo de dispositivos de medición portátiles y fáciles de utilizar sobre

el terreno son esenciales para garantizar el acceso a los datos en zonas remotas o rurales. En muchos países no existen laboratorios con capacidad para analizar los contaminantes del suelo, que requieren técnicas sofisticadas y costosas.

Dado el alto costo de la remediación de la contaminación del suelo y la falta de capacidades técnicas en los países en desarrollo, los participantes convinieron en la urgente necesidad de aumentar la conciencia política acerca de los beneficios de la remediación de la contaminación del suelo en los países en desarrollo y aumentar la financiación internacional para actividades de remediación de la contaminación del suelo. Algunas de las propuestas para lograr estos objetivos eran demostrar el impacto negativo de la inacción en la salud pública y la seguridad alimentaria, y desarrollar medidas de los beneficios de la remediación en términos de mejoras en la salud pública y ganancias en el rendimiento de los cultivos y el incremento de la productividad económica.

Una idea generalmente aceptada es que la remediación debe llevarse a cabo siempre bajo criterios sociales y económicos, con el impacto en la salud humana como consideración primordial.



TEMA 4: SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La resolución sobre la contaminación del suelo aprobada durante la UNEA3 alienta a los Estados Miembros a que se comprometan a adoptar las medidas necesarias a nivel nacional y regional para evaluar el alcance de la contaminación del suelo en sus territorios, con el fin de determinar las principales fuentes de contaminación del suelo y fortalecer las políticas y la legislación para prevenir, reducir y gestionar la contaminación del suelo. Es un imperativo mundial establecer un programa de acción y colaboración para abordar y gestionar la contaminación del suelo. Los gobiernos y las instituciones de investigación deberían incorporar la contaminación del suelo en sus programas de trabajo a fin de generar información fiable sobre la situación de la contaminación del suelo.

La meta 10.7 de los ODS pide que se facilite la migración y movilidad ordenada, segura, regular y responsable de las personas. La contaminación del suelo suele reducir el rendimiento de los cultivos y puede dar lugar al abandono de tierras de cultivo contaminadas. La reducción de la migración causada por los problemas medioambientales debe ser una prioridad global y es a través del fortalecimiento de las políticas de prevención y remediación de la contaminación que se puede hacer una contribución activa y efectiva a este fin.

El ODS 15, en su meta 15.1, requiere la conservación y restauración de los ecosistemas terrestres y continentales de agua dulce y sus servicios de acuerdo con las obligaciones de los acuerdos internacionales. El marco propuesto en el informe “Hacia un planeta libre de contaminación” adoptado durante la UNEA3 es un objetivo ambicioso, que busca acciones para eliminar la contaminación antropogénica que degrada los ecosistemas, daña la salud y el bienestar humano y afecta el funcionamiento de todas las especies vivas. Actualmente, los tres convenios (Basilea, Rotterdam y Estocolmo) regulan la utilización, el comercio y los movimientos transfronterizos de diferentes compuestos peligrosos. La Convención de Minamata sobre el mercurio llama la atención sobre un metal omnipresente a nivel global y que, si bien se produce de forma natural, tiene amplios usos en la vida cotidiana y se libera a la atmósfera, el suelo y el agua desde una gran variedad de fuentes. Muchos marcos y acuerdos internacionales aspiran a prevenir la contaminación, pero es preciso redoblar los esfuerzos para aplicarlos y hacerlos cumplir plenamente a fin de prevenir nuevas contaminaciones. También deberían promoverse acuerdos globales que garanticen la remediación de emplazamientos contaminados. El principio de que quien contamina paga también podría considerarse aquí para garantizar la conservación de los ecosistemas y la restauración de suelos contaminados, que no están proporcionando plenamente sus servicios ecosistémicos. Sin embargo, es necesario introducir mejoras para determinar la responsabilidad en casos de contaminación difusa. Para alcanzar la meta 15.5 de los ODS (tomar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales y detener la pérdida de biodiversidad) es esencial para prevenir y combatir la contaminación del suelo.

SUBTEMA 4.1: EL DESARROLLO DE POLÍTICAS Y EL ESTABLECIMIENTO DE UMBRALES PARA HACER FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La legislación demostró tener un impacto directo en la extensión de la contaminación del suelo y en la incidencia de las acciones de remediación (FAO y ITPS, 2015). Además, la existencia de una legislación que garantice la responsabilidad por la contaminación del suelo y regule las nuevas actividades contribuye a prevenir la contaminación del suelo.

No hay acuerdo entre los investigadores sobre la mejor manera de evaluar el peligro de los contaminantes del suelo. Algunos investigadores destacan la ineficacia del uso de concentraciones totales para ciertos contaminantes y prefieren los bioensayos; otros subrayan la insuficiencia de los datos disponibles para obtener valores umbral y utilizar concentraciones naturales (nivel de fondo geoquímico) (en estos casos, las evaluaciones se basan en la experiencia y el conocimiento previo del suelo) (Beyer, 1990). Recientemente, los científicos y los consultores ambientales tienden a utilizar diferentes enfoques para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos de mezclas químicas complejas, incluyendo el estudio de las interacciones que pueden ocurrir entre sustancias químicas o en emplazamientos objetivo que alteran la toxicidad de los contaminantes (Heys *et al.*, 2016).

Las presentaciones en esta sesión mostraron la variedad de enfoques legales utilizados para prevenir, controlar y remediar la contaminación del suelo. En Europa, a pesar de la existencia de instrumentos jurídicos desde hace más de 30 años en algunos países, todavía no se ha llegado a un acuerdo sobre cómo medir y declarar los emplazamientos contaminados ni sobre el procedimiento para identificar, investigar y remediar los suelos contaminados.

Durante la sesión se debatió la economía circular, y los participantes subrayaron la importancia de controlar todos los componentes del proceso, ya que podrían ser una fuente de contaminación a largo plazo, por ejemplo, por el uso de estiércol mal compostado.

También se mencionó la contaminación difusa durante las presentaciones y los debates. Los participantes subrayaron la necesidad de definir más claramente la responsabilidad en la legislación y de establecer mecanismos para identificar a la parte responsable a fin de garantizar la prevención y la remediación en caso de contaminación difusa.

Los participantes convinieron en la importancia de definir valores umbral y normas de calidad del suelo con un enfoque flexible y transparente basado en los datos disponibles, teniendo también en cuenta la biodisponibilidad de los contaminantes. Existen pruebas suficientes sobre los metales pesados para establecer valores umbral globales basados en diferentes tipos de suelo, ecosistemas, condiciones climáticas y material parental, pero éste no es el caso de muchos otros compuestos, como los contaminantes orgánicos persistentes (COPs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), contaminantes de interés emergente (CIEs), etc., para los cuales, además, se

requiere investigación para determinar su biodisponibilidad, la permanencia del suelo y su capacidad para entrar en la cadena alimentaria.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CUÁLES SON LAS LAGUNAS EN LOS INSTRUMENTOS Y MARCOS JURÍDICOS INTERNACIONALES EXISTENTES QUE REPERCUTEN EN LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y CÓMO PUEDEN SUBSANARSE?
- ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE ESTABLECER UMBRALES PARA LOS CONTAMINANTES DEL SUELO?
- ¿SOBRE LA BASE DE QUÉ CRITERIOS DEBEN ESTABLECERSE LOS UMBRALES?
- ¿ES EL ESTABLECIMIENTO DE UMBRALES PARA LOS CONTAMINANTES DEL SUELO UNA PARTE NECESARIA DEL DESARROLLO DE POLÍTICAS?

RESUMEN DEL DEBATE

De las presentaciones y el debate sobre el subtema 4.1 se desprendieron tres conclusiones principales. Deberían realizarse esfuerzos adicionales para armonizar los métodos de medición mediante la elaboración de directrices que incluyan valores umbral para una gama más amplia de elementos y compuestos químicos y que permitan tomar decisiones justificadas basadas en el riesgo.

Los principios de prevención y precaución deben aplicarse ampliamente en todo el mundo para garantizar una prevención eficaz de la contaminación. La formulación de políticas debería hacerse siguiendo un enfoque de colaboración e incluir aspectos económicos, sociales y ambientales, incluida la protección de la salud humana. Además, se aceptó que todas las políticas deberían incluir componentes de sensibilización y, basándose en el segundo pilar de la AMS, también debería fomentarse esta acción.

Ya existen muchas directrices y valores umbral que han sido validados en diferentes países y regiones y que podrían utilizarse como base para la elaboración de directrices mundiales flexibles basadas en las especificidades regionales.



SUBTEMA 4.2: CASOS DE ESTUDIO A ESCALA MUNDIAL, NACIONAL Y REGIONAL

Son los países desarrollados los que han llevado a cabo la mayor parte de intentos nacionales de estimar la extensión de la contaminación del suelo y de remediarla. Sin embargo, hay pocos datos sobre el alcance real de la contaminación del suelo en los países en desarrollo o a escala mundial. En la declaración de la UNEA₃ se pide que se creen capacidades técnicas en todos los países para lograr la prevención, el control y la gestión eficaces de la contaminación del suelo. El desarrollo de tecnologías, la transferencia de conocimientos técnicos y los esfuerzos conjuntos son esenciales para abordar el problema de la contaminación del suelo, que trasciende las fronteras.

Las discusiones en esta sesión fueron ilustradas por varios estudios locales, las principales fuentes de contaminación del suelo y los diferentes enfoques para abordarla.

PREGUNTAS CLAVE

- ¿CUÁL ES EL ALCANCE DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN EL MUNDO?
- ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES LAGUNAS DE CONOCIMIENTO?
- ¿DÓNDE SERÁ NECESARIO CENTRAR LOS ESFUERZOS FUTUROS?

RESUMEN DEL DEBATE

Es evidente que en cada región del mundo las principales fuentes de contaminación del suelo son diferentes, al igual que las medidas y los marcos jurídicos que deben aplicarse. Existe una necesidad urgente de evaluar la información disponible sobre la contaminación del suelo a nivel regional y nacional. Se requieren pruebas sólidas para que los gobiernos y los responsables de la toma de decisiones se comprometan a desarrollar legislación sobre la prevención, minimización y remediación de la contaminación del suelo.

Los participantes convinieron en que una de las principales prioridades mundiales es aumentar la sensibilización sobre la contaminación del suelo. Uno no puede actuar contra lo que no es bien entendido o percibido como un problema. Los agricultores deben estar involucrados en la investigación y en el proceso de toma de decisiones, deben entender los efectos negativos de sus acciones y contribuir con su conocimiento del suelo y de los cultivos para implementar las prácticas de GSS, tomando en cuenta la especificidad de cada sitio.

En cuanto a la evaluación mundial de la contaminación del suelo, los participantes convinieron en que debería ser un proceso impulsado por los países, pero actualmente no hay obligación o un compromiso sólido que garantice que éstos lleven a cabo un inventario de todos los sitios contaminados. La falta de normas internacionales para comparar la contaminación entre países también se identificó como uno de los principales obstáculos para este ejercicio. Un enfoque factible podría ser estimar las cifras a nivel mundial como base para la validación y la investigación a nivel local.

El primer paso para desarrollar una evaluación global de la contaminación del suelo es desarrollar información básica de suelos allí donde no existe. Los mapas de suelos precisos son esenciales para facilitar la modelización o la estimación de la contaminación del suelo. Factores clave como el material parental y las condiciones climáticas, que se reflejan en los mapas de suelos, serían útiles para estas estimaciones y para identificar modelos regionales que permitan iniciar los estudios piloto que servirán de base para la elaboración de directrices mundiales.

RECOMENDACIONES

TEMA 1: CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS TERRENOS AGRÍCOLAS Y OTROS USOS DE LA TIERRA

RECOMENDACIÓN 1: APOYAR LA ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS Y DIRECTRICES QUE CONTRIBUYAN A PREVENIR Y REMEDIAR LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO, COMO EL CÓDIGO INTERNACIONAL DE CONDUCTA PARA EL USO Y LA GESTIÓN DE LOS FERTILIZANTES.

Se identificaron varias lagunas en los reglamentos y acuerdos internacionales existentes relacionados con la contaminación del suelo. Por ejemplo, los nutrientes generalmente no han sido considerados como contaminantes en los suelos, pero la evidencia presentada en este simposio ha mostrado que el manejo controlado de los nutrientes es esencial para mantener suelos sanos capaces de desempeñar plenamente sus funciones.

El mal uso de fertilizantes orgánicos y sintéticos conduce a desequilibrios de nutrientes en los suelos, altera la biodiversidad del suelo y produce cambios en el pH del suelo (acidificación), lo que contribuye a la movilización y biodisponibilidad de otros contaminantes. Además, el exceso de aportaciones de nitrógeno contribuye a la liberación de N₂O a la atmósfera, un gas de efecto invernadero con un mayor efecto potencial de calentamiento que el CO₂. El exceso de N y P no puede ser absorbido por las plantas y los suelos y, en consecuencia, estos macroelementos contaminan las masas de agua superficiales y subterráneas.

RECOMENDACIÓN 2: INCLUIR MEDIDAS DE EVALUACIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN EL PROGRAMA DE MÉDICOS DEL SUELO A FIN DE AYUDAR A LOS USUARIOS DEL SUELO A MANTENER SUELOS SANOS EN LAS CONDICIONES LOCALES PARA LOGRAR BENEFICIOS A LARGO PLAZO.

Los agricultores tienen la custodia de muchos de los suelos más fértiles y productivos del mundo, con la consiguiente responsabilidad de protegerlos de la degradación y mantener su salud y funcionamiento. Al proporcionar medidas fáciles de usar y eficaces en función de los costos para evaluar, prevenir y reducir al mínimo la contaminación del suelo, los agricultores deberían disponer de los instrumentos necesarios para aplicar prácticas sostenibles de ordenación del suelo que requieran menos insumos agroquímicos. Los suelos sanos son más resistentes a las sequías e inundaciones y menos propensos a la erosión, mantienen una cubierta vegetal rica y sana, tienen una alta biodiversidad, lo que permite que se reduzca el riesgo de diversas enfermedades transmitidas por el suelo. Existen varias tecnologías disponibles que pueden transferirse para evaluar diferentes contaminantes en los suelos, como los HAPs y los compuestos derivados del petróleo. Sin embargo, se necesita más investigación para desarrollar técnicas de medición viables para evaluar los agroquímicos, como los pesticidas y los residuos de metales pesados en los suelos y los alimentos.

TEMA 2: EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS, EL MEDIO AMBIENTE Y EL BIENESTAR HUMANO GENERAL

RECOMENDACIÓN 3: ABOGAR POR LA APLICACIÓN DE LAS DIRECTRICES EXISTENTES, COMO EL CODEX ALIMENTARIUS, LA CARTA MUNDIAL DEL SUELO REVISADA, LAS DIRECTRICES VOLUNTARIAS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS, EL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE LA GESTIÓN DE PLAGUICIDAS, EL PLAN DE ACCIÓN MUNDIAL SOBRE LA RESISTENCIA A LOS ANTIMICROBIANOS, ENTRE OTRAS, A FIN DE GARANTIZAR LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS FRENTE A LOS NUEVOS CONTAMINANTES DEL SUELO.

Existen varios acuerdos y directrices internacionales para regular y minimizar el impacto de los productos químicos peligrosos en la salud humana, el medio ambiente y la cadena alimentaria. Sin embargo, el rápido desarrollo de la industria y la constante liberación de nuevos compuestos en el medio ambiente requieren más acciones para comprender las posibles interacciones entre los productos químicos. La evaluación ecotoxicológica y toxicológica humana debe realizarse antes de la aprobación de nuevos productos, teniendo en cuenta la mezcla preexistente de compuestos en cada lugar.

RECOMENDACIÓN 4: ESTABLECER UN GRUPO DE TRABAJO DE EXPERTOS Y DE MÚLTIPLES PARTES INTERESADAS PARA ELABORAR DIRECTRICES VIABLES Y CONTEXTUALIZADAS A NIVEL REGIONAL PARA EVALUAR, CARTOGRAFIAR, MONITORIZAR E INFORMAR SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.

La contaminación del suelo es una amenaza mundial; afecta a todos los ecosistemas y regiones del mundo; se han documentado efectos adversos agudos y crónicos en la salud humana, pero no se conoce el impacto general en la salud y se necesita urgentemente una evaluación. Sin embargo, las fuentes y los contaminantes no son los mismos en todas partes. Se pide a los expertos, usuarios de la tierra, responsables políticos y otras partes interesadas que identifiquen los principales problemas en sus regiones y los principales factores que deben tenerse en cuenta al evaluar, cartografiar y monitorizar la contaminación del suelo en su región y sus implicaciones para la salud humana y de los ecosistemas. La forma de informar sobre suelos contaminados debe estar respaldada por instalaciones para el almacenamiento y la gestión de datos, así como por la normativa vigente en cada país. Es necesario identificar los inventarios nacionales existentes que puedan complementarse con información sobre la contaminación del suelo e identificar la forma más viable de hacerlo en aquellos países que no cuentan con infraestructuras de datos previamente establecidas.

TEMA 3: REMEDIACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CONTAMINADOS

RECOMENDACIÓN 5: CREAR UN GRUPO DE TRABAJO ENCARGADO DE ELABORAR DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE LOS SUELOS CONTAMINADOS, INCLUIDA UNA BASE DE DATOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA HACER FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO (GESTIÓN Y REMEDIACIÓN).

Se creará un grupo técnico con experiencia en la remediación de la contaminación del suelo para determinar las mejores técnicas disponibles para remediar o reducir al mínimo la contaminación del suelo, teniendo en cuenta las características nacionales y locales. Estas directrices deben tener en cuenta las repercusiones sociales, económicas y medioambientales de la remediación de la contaminación del suelo. Los cambios en el uso de la tierra deben ser evaluados como una opción cuando el costo o la complejidad de la remediación son demasiado altos.

RECOMENDACIÓN 6: LLEVAR A CABO ACTIVIDADES DE FOMENTO DE LA CAPACITACIÓN QUE ABARQUEN TODO EL CICLO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: DESDE SU EVALUACIÓN HASTA SU REMEDIACIÓN, INCLUIDO EL FORTALECIMIENTO DE LAS INSTALACIONES PARA EL ANÁLISIS Y LA GESTIÓN DE DATOS.

La identificación de las principales debilidades y fortalezas nacionales en materia de prevención y gestión de la contaminación del suelo es el primer paso para establecer planes de trabajo, centrar los esfuerzos en las debilidades y promover la transferencia de conocimientos entre regiones. La AMS y el GTIS tomarán la iniciativa en la organización de cursos de capacitación y la elaboración de materiales de capacitación, con el apoyo de expertos de los grupos de trabajo. El establecimiento de proyectos piloto en las diferentes regiones en las que se dispone de menos información permitirá elaborar directrices contextualizadas a nivel regional, teniendo en cuenta los principales factores sociales, económicos y ambientales de cada región, y capacitar a expertos directamente sobre el terreno.

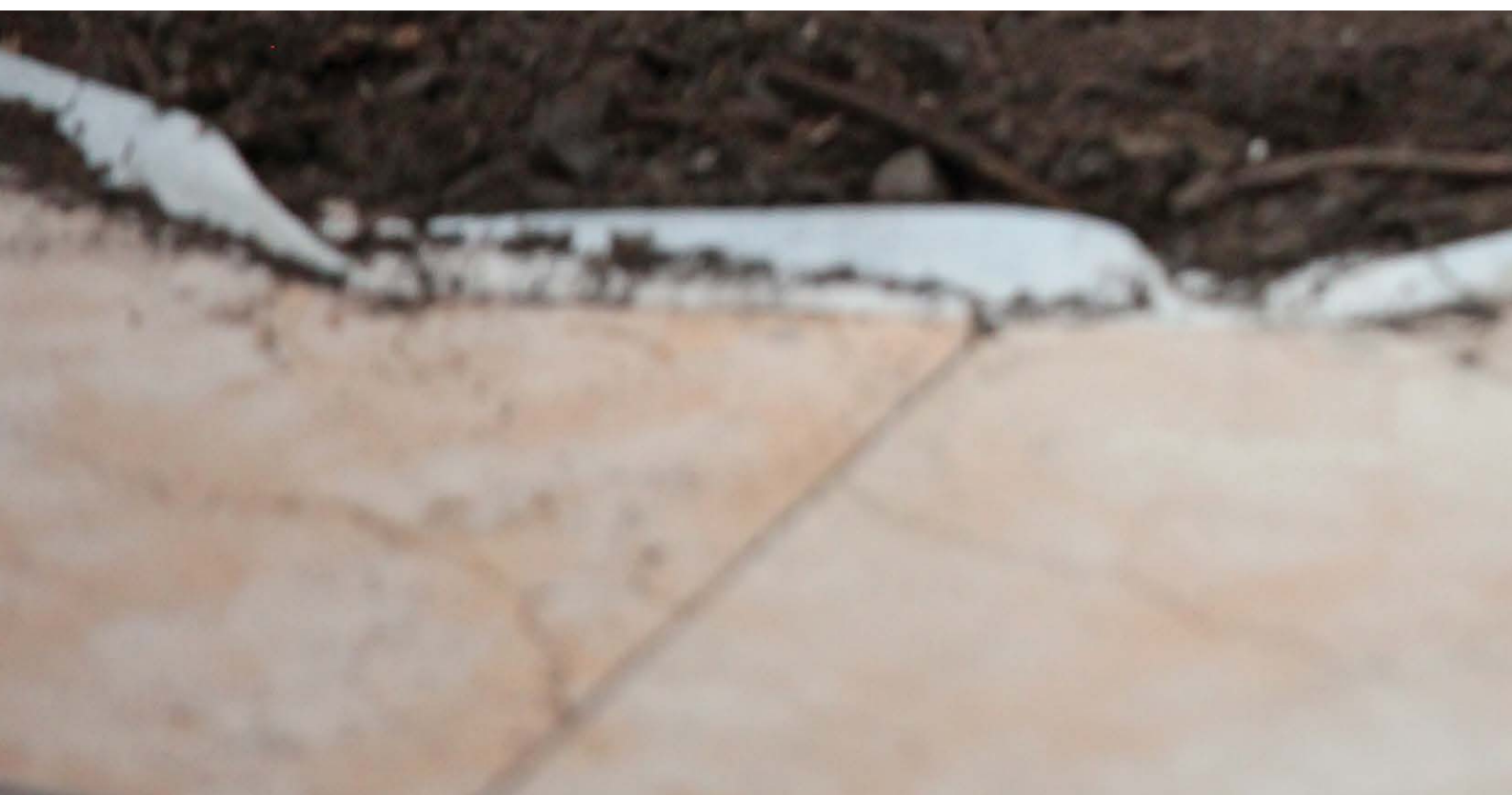
TEMA 4: SITUACIÓN MUNDIAL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

RECOMENDACIÓN 7: LLEVAR A CABO LAS ACTIVIDADES DE LA RED MUNDIAL DE LABORATORIOS DE SUELOS (GLOSOLAN), INCLUIDOS LOS MÉTODOS ARMONIZADOS PARA IDENTIFICAR Y MEDIR LOS CONTAMINANTES DEL SUELO.

De acuerdo con el llamamiento de la resolución de la UNEA3 sobre la contaminación del suelo, debería promoverse un enfoque coordinado para combatir la contaminación del suelo por las organizaciones pertinentes de las Naciones Unidas, incluida la AMS. La recogida de datos y gestión de los datos sobre contaminación del suelo deben llevarse a cabo de manera coherente y armonizada. Aprovechando la infraestructura interconectada que proporciona GLOSOLAN, se pueden desarrollar métodos de medición estandarizados para los principales contaminantes, de manera que la información generada en las diferentes regiones sea comparable.

RECOMENDACIÓN 8: LLEVAR A CABO UNA EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MUNDIAL DEL SUELO MEDIANTE UN PROCESO IMPULSADO POR LOS PAÍSES, DE CONFORMIDAD CON LA RESOLUCIÓN DE LA UNEA3 SOBRE LA GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO PARA LOGRAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE, Y PROMOVER EL ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS NACIONALES DE INFORMACIÓN SOBRE EL SUELO QUE INCLUYAN DATOS E INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINANTES.

En el tercer período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, los países aprobaron una resolución sobre la contaminación del suelo en la que se pide que se evalúen el alcance y las tendencias futuras de la contaminación del suelo, los riesgos y los efectos de la contaminación del suelo en la salud, el medio ambiente y la seguridad alimentaria, incluida la degradación del suelo y la carga de morbilidad resultante de la exposición al suelo contaminado. Además, hace un llamamiento a la acción urgente y a la cooperación entre los países y los distintos organismos para abordar esta cuestión. La aplicación de la resolución se basará en las actividades en curso dirigidas por diversos organismos asociados. La Alianza Mundial por el Suelo ha llevado a cabo con éxito una recopilación de datos sobre el carbono orgánico del suelo impulsada por los países. A pesar de la dificultad inherente y el alta coste del análisis de los contaminantes del suelo, recopilando información básica relacionada con la contaminación del suelo, como las políticas existentes para la prevención, el control y la lucha contra la contaminación del suelo, el número y la extensión de los emplazamientos contaminados, así como la identificación y la localización de actividades potencialmente contaminantes, podría ayudar a comprender mejor el problema de la contaminación del suelo a nivel mundial e identificar las principales lagunas del conocimiento. Debemos construir sobre la infraestructura y las dinámicas de trabajo que ya se han establecido para hacer frente a este nuevo desafío mundial de recopilación de datos. El hecho de que el proceso de análisis y recopilación de datos esté dirigido por los países garantizará su pleno compromiso en la lucha contra la contaminación del suelo, ya que el análisis de las principales fuentes y del alcance de la contaminación del suelo en sus territorios servirá para orientar mejor el proceso de adopción de decisiones e identificar las lagunas en su legislación que deben reforzarse.





CONCLUSIONES Y CAMINO A SEGUIR

El GSOP18 reunió a expertos que participan en actividades en la FAO, la AMS y su GTIS, el PNUMA, la Secretaría de los Convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo, y la OMS, junto con científicos independientes, responsables de la formulación de políticas y usuarios de la tierra. Su objetivo común era la evaluación, prevención y mitigación de la contaminación del suelo como parte de una gestión sostenible general del suelo y de los programas mundiales para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria. Científicos de todo el mundo participaron activamente en la presentación de resultados de los estudios que describen el riesgo que supone la contaminación del suelo para la salud humana y el medio ambiente, demostrando la existencia de esta amenaza oculta, abordando los desafíos de la monitorización y la gestión de la contaminación del suelo y debatiendo y desarrollando los mensajes clave reflejados en este documento. Se alienta a los miembros de las Naciones Unidas, y especialmente a sus asesores en materia de políticas y responsables de la adopción de decisiones, a que utilicen este documento final y sus recomendaciones para aplicarlas a nivel nacional.

Los expertos presentes en el simposio llegaron a la conclusión de que existen pruebas científicas convincentes de que la contaminación del suelo es una amenaza mundial para los sistemas de producción de alimentos, la salud humana y el medio ambiente, y que es necesario intensificar la acción coordinada para abordar esta problemática.

El simposio aportó pruebas científicas de que la contaminación del suelo está causada principalmente por las acciones humanas, y demostró sus implicaciones para el medio ambiente y la salud; también identificó las principales lagunas de conocimiento que persisten y en las que deben centrarse los esfuerzos futuros. Se propusieron varias soluciones posibles con un enfoque local, que ahora deberían estudiarse en detalle para determinar su aplicabilidad a mayor escala. Una de las principales conclusiones del simposio es que los datos disponibles de diferentes regiones son muy heterogéneos, fragmentados y, en muchos casos, ausentes. Existe una enorme complejidad en el análisis de los contaminantes del suelo, ya que los análisis de laboratorio suelen ser extremadamente costosos y no suelen estar disponibles en todos los laboratorios de suelos. Se presentaron técnicas rentables y fáciles de utilizar para medir los contaminantes del suelo, cuyo uso debería promoverse y probarse en otras regiones con suelos y condiciones ambientales diferentes para determinar su aplicabilidad a nivel mundial. La adaptación de prácticas sólidas e innovadoras a las condiciones locales es esencial para apoyar la evaluación eficaz de la contaminación del suelo. Paralelamente, es importante aclarar las implicaciones de la contaminación del suelo para la salud humana mediante la recopilación de nuevas pruebas y el desarrollo de una imagen más clara de los impactos sobre la salud en diferentes regiones y entornos locales.

Desde la perspectiva de la consecución de los ODS, la prevención de la contaminación del suelo y la minimización y remediación de la contaminación anterior fueron identificadas como una prioridad debido a las serias implicaciones de esta amenaza, no sólo para la salud de nuestros suelos sino especialmente para la salud humana, la calidad del agua y del aire, la seguridad alimentaria y la conservación de los ecosistemas.

La contaminación del suelo es un problema mundial, que trasciende las fronteras y cuya fuente puede estar muy distante. Por estas razones, la lucha contra la contaminación del suelo requiere esfuerzos conjuntos de todas las partes interesadas para prevenirla, minimizarla y remediarla cuando sea factible. La prevención de la contaminación del suelo debería ser una de las principales prioridades en todo el mundo, ya que el coste de remediar o cambiar el uso del suelo es demasiado elevado. Las actividades humanas son las principales fuentes de contaminación del suelo, por lo que deben invertirse en el desarrollo de tecnologías industriales respetuosas con el medio ambiente y en la aplicación de técnicas sostenibles de gestión del suelo. La reducción de la liberación diaria de sustancias químicas peligrosas en el medio ambiente también debería ser una prioridad general.

Todavía se desconoce el estado de la contaminación global del suelo. A pesar de los esfuerzos realizados en algunas regiones para comprender el alcance de la contaminación del suelo, se dispone de pocos datos sistemáticos, centrados principalmente en fuentes puntuales de contaminación del suelo. El alcance y las consecuencias para la salud humana y el medio ambiente de las fuentes no puntuales o difusas de contaminación del suelo siguen sin conocerse y se han realizado muy pocos estudios al respecto. Invertir en el desarrollo de información nacional de suelos y el desarrollo de las capacidades locales son una condición previa para cumplir el mandato de la UNEA3.

Las DVGSS se elaboraron mediante un proceso inclusivo y fueron aprobadas por los Estados Miembros de la FAO. Su aplicación es importante para avanzar en el cumplimiento de varios de los objetivos de gestión sostenible del suelo, como, por ejemplo:

- garantizar que la disponibilidad y los flujos de nutrientes sean adecuados para mantener o mejorar la fertilidad y la productividad del suelo, y reducir sus pérdidas para el medio ambiente;
- reducir la salinización, sodificación y alcalinización del suelo;
- asegurar que el agua se infiltra y se almacena eficientemente para cumplir con los requisitos de las plantas y asegurar el drenaje de cualquier exceso;
- garantizar que los contaminantes estén por debajo de los niveles tóxicos, es decir, los que puedan causar daños a las plantas y los animales, los seres humanos y el medio ambiente;
- garantizar que la biodiversidad del suelo proporcione una gama completa de funciones biológicas; y
- emprender sistemas de gestión del suelo para la producción de alimentos, piensos, combustible, madera y fibra que dependan de un uso optimizado y seguro de los insumos.

Los participantes en el simposio recomendaron que la DVGSS se perfeccionaran para proporcionar orientación específica sobre la gestión sostenible de los suelos a escala nacional y local a fin de prevenir y reducir al mínimo la contaminación del suelo. Para ello, se creará un grupo de trabajo en el marco de la AMS encargado de coordinar la elaboración de un manual técnico e institucional para evaluar, cartografiar, supervisar e informar sobre la contaminación del suelo.

Para hacer recomendaciones sobre estrategias de remediación y reducir al mínimo la contaminación del suelo, se necesita una sólida base científica. Por lo tanto, se recomendó que la investigación se centrara en la reducción de las incertidumbres mediante el análisis y la potenciación de experimentos a largo plazo, la validación de los resultados mediante meta-análisis y la selección geográfica en regiones poco estudiadas. Una actividad importante a este respecto será el establecimiento de un grupo de trabajo encargado de elaborar directrices para la gestión de los suelos contaminados, incluida una base de datos de buenas prácticas para hacer frente a la contaminación del suelo (gestión y remediación), a fin de fomentar la colaboración técnica para garantizar la transferencia de las mejores técnicas disponibles en todo el mundo. La ejecución de proyectos piloto en los que las medidas propuestas se pongan en práctica en diferentes regiones y en diferentes condiciones climáticas, tipos de suelo, uso de la tierra y sensibilidad de los ecosistemas proporcionará las pruebas necesarias para adaptar estas técnicas a las diferentes condiciones locales.

La resolución sobre “Gestión de la contaminación del suelo para lograr el desarrollo sostenible” aprobada por los países en el tercer período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente proporciona una buena base para contribuir a una acción armonizada y consolidada mediante enfoques conjuntos por parte de los países y de las organizaciones colaboradoras en la promoción de la agenda de acciones. A este respecto, el simposio fue una contribución muy relevante al mandato establecido en la resolución.

Por último, el acuerdo más firme alcanzado durante el simposio se refirió a la necesidad de crear conciencia sobre las amenazas planteadas por la contaminación del suelo. Todo el mundo, desde los niños y los jóvenes hasta los políticos, los responsables de la formulación de políticas, los productores de productos químicos y el público en general, los usuarios, los agricultores y los consumidores, deben ser conscientes de lo que es la contaminación del suelo, sus causas y, especialmente, sus impactos sobre nuestro medio ambiente, nuestra alimentación, agua y salud. La contaminación del suelo debe enfrentarse a la acción de todas las partes interesadas, de modo que puedan ser la solución a la contaminación del suelo.



REFERENCIAS

- Beyer, W.N. 1990. Evaluating Soil Contamination. , p. 25. No. 90(2). US Fish Wildlife Service. (also available at https://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/others/FWS_Bio_Rep_90-2.pdf).
- Blum, W.E.H. 2005. Functions of Soil for Society and the Environment. *Reviews in Environmental Science and Bio-Technology*, 4(3): 75–79. <https://doi.org/10.1007/s11157-005-2236-x>
- Blume, H.-P., Horn, R., Alaily, F., Jayakody, A.N. & Meshref, H. 1980. SAND CAMBISOL FUNCTIONING AS A FILTER THROUGH LONG-TERM IRRIGATION WITH WASTEWATER. *Soil Science*, 130(4): 186–192.
- Cachada, A., Ferreira da Silva, E., Duarte, A.C. & Pereira, R. 2016. Risk assessment of urban soils contamination: The particular case of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Science of The Total Environment*, 551–552: 271–284. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.012>
- Cetin, B. 2016. Investigation of PAHs, PCBs and PCNs in soils around a Heavily Industrialized Area in Kocaeli, Turkey: Concentrations, distributions, sources and toxicological effects. *Science of The Total Environment*, 560–561: 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.037>
- EEA. 2014. Progress in management of contaminated sites. European Environment Agency. (disponible en <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/progress-in-management-of-contaminated-sites/progress-in-management-of-contaminated-1>).
- FAO & ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. (disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>).
- Heys, K.A., Shore, R.F., Pereira, M.G., Jones, K.C. & Martin, F.L. 2016. Risk assessment of environmental mixture effects. *RSC Advances*, 6(53): 47844–47857. <https://doi.org/10.1039/C6RA05406D>
- Holland, K.S., Lewis, R.E., Tipton, K., Karnis, S., Dona, C., Petrovskis, E., Bull, L.P., Taege, D. & Hook, C. 2011. Framework for integrating sustainability into remediation projects. *Remediation Journal*, 21(3): 7–38. <https://doi.org/10.1002/rem.20288>
- Liu, F. 2011. Irrigation Strategies for Sustainable Environmental and Influence on Human Health. *Encyclopedia of Environmental Health*, pp. 297–303. Elsevier. (disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444522726005146>).
- Pepper, I.L., Gerba, C.P., Newby, D.T. & Rice, C.W. 2009. Soil: A Public Health Threat or Savior? *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39(5): 416–432. <https://doi.org/10.1080/10643380701664748>
- Rodríguez Eugenio, N., McLaughlin, M. & Pennock, D. 2018. *Soil Pollution: a hidden reality*. Food and Agriculture Organization of the United Nations edition. FAO. Rome, Italy. (also available at <http://www.fao.org/3/I9183EN/i9183en.pdf>).
- Swartjes, F.A., ed. 2011. *Dealing with Contaminated Sites*. Dordrecht, Springer Netherlands. (disponible en <http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-9757-6>).
- Syakila, A. & Kroeze, C. 2011. The global nitrous oxide budget revisited. *Greenhouse Gas Measurement and Management*, 1(1): 17–26. <https://doi.org/10.3763/ghgmm.2010.0007>
- United Nations Environment Programme. 2017a. Resolution UNEP/EA.3/Res.6 Managing soil pollution to achieve sustainable development. United Nations Environment Programme. [Cited 28 June 2018]. <https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/ki1800204.english.pdf>
- United Nations Environment Programme. 2017b. Towards a Pollution-Free Planet. Background report. Nairobi, Kenya. (disponible en http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21800/UNEA_towardspollution_long%20version_Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y).



POSTER SESSION

Geochemical Analyses of Heavy Metals in Soil of the Zaida Mine (High Moulouya, Morocco)
Moulay Abdellatif, Bouzouk Abdellatif, Mohamed Khoumri, Ahmed Ouassini, Mohamed El
Mechaieq and Mohamed Elmeiney, Abdelhak El Aouf, Mehdi, Mohamed, National
Laboratory of Agriculture Research, 36000, Alcazar, Morocco, Department of Agronomy,
Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Saida, Morocco

INTRODUCTION **MAIN RESULTS**

Geochemical analysis of heavy metals (Pb, Cu, Zn, Ni, Mn, Cr, Cd) in soil samples collected from the Zaida mine (High Moulouya, Morocco) was performed. The results showed that the concentrations of these metals were significantly higher than the background levels. The highest concentrations were found for Pb and Cu. The geochemical indices (Geo-accumulation Index, Igeo) indicated that the soil is moderately to heavily polluted by heavy metals. The source of these metals is attributed to the mining activities. The risk assessment showed that the soil is highly contaminated by heavy metals, posing a significant risk to the environment and human health. Further studies are required to assess the impact of these metals on the local ecosystem and to develop effective remediation strategies.

CONCLUSION

The study highlights the severe contamination of soil by heavy metals in the Zaida mine area. Immediate action is required to mitigate the environmental and health risks associated with this contamination.

GLOBAL STRATEGIC AGENDA TARGETS

Effect on growth and development of *Eisenia fetida* of a broad spectrum herbicide
Sonia Ospina, Lilian Marín, P. Jorge M.
González, Department of Plant Biology, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain,
Protección, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain

INTRODUCTION **OBJECTIVE**

The study aimed to evaluate the sublethal effects of a broad-spectrum herbicide on the growth and development of *Eisenia fetida*, a widely used soil-dwelling invertebrate in ecological research.

METHODS **RESULTS**

Experiments were conducted to measure the effects of the herbicide on *Eisenia fetida* parameters such as reproduction, survival, and growth rate. The results indicated that the herbicide significantly affected the reproduction and growth of the worms. There was a clear dose-dependent effect, with higher concentrations leading to greater inhibition of growth and reproduction. The survival rate of the worms was also affected, showing a decrease in the number of surviving individuals over time when exposed to the herbicide.

CONCLUSION

The herbicide has a significant negative impact on the growth and development of *Eisenia fetida*. These findings are important for understanding the potential environmental risks of herbicide use in agricultural and urban settings.

Phytoremediation of Lead and Cadmium in Spent Engine Oil Contaminated Medium using Plantlets and Seedlings of *Nauclea oleroides* (De Wild. & T. Durand) Merril
Rosario, Luis, V. G., Gómez, M. J. C.,
University General Institute of Studies, Faculty of Public Health, University of
Sevilla, Spain

INTRODUCTION **MAIN RESULTS** **CONCLUSIONS**

The study investigated the phytoremediation potential of *Nauclea oleroides* plantlets and seedlings in a medium contaminated with lead and cadmium from spent engine oil. The results showed that the plantlets were more effective in removing lead and cadmium from the medium compared to the seedlings. The removal efficiency increased with the concentration of the contaminants. The plantlets showed a higher tolerance to the contaminants, maintaining higher growth rates and survival under contaminated conditions. The seedlings showed a lower tolerance, with a significant decrease in growth and survival when exposed to the contaminated medium.

OBJECTIVES

The objectives of the study were to evaluate the phytoremediation potential of *Nauclea oleroides* plantlets and seedlings in a contaminated medium and to determine the most effective method for phytoremediation.

INTRODUCTION

Phytoremediation is a process that uses plants to remove contaminants from the soil or water. *Nauclea oleroides* is a plant species that has been identified as a potential phytoremediator for heavy metals.

Stabilization of bio-organic wastes from farms by composting with rice straw
Cristina Ruiz, María Espada, L. López, J. J. Ballester,
Department of Plant Production, University of Murcia, Murcia, Spain,
Department of Plant Biology, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain,
Department of Chemistry, Escuela Politécnica Superior de Sevilla, Sevilla, España, Spain

INTRODUCTION **OBJECTIVES** **MAIN RESULTS**

The study aimed to stabilize bio-organic wastes from farms by composting them with rice straw. The results showed that the composting process was highly effective in stabilizing the wastes and reducing their environmental impact. The composting process resulted in a significant reduction in the levels of organic matter and nutrients in the waste. The composted waste was found to be a valuable resource for agriculture, improving soil fertility and crop yield. The composting process also reduced the greenhouse gas emissions associated with the waste decomposition. The study demonstrated that composting with rice straw is a sustainable and effective method for managing farm bio-organic wastes.

INTRODUCTION **METHODS**

The study was conducted using a laboratory-scale composting process. The bio-organic wastes were mixed with rice straw and composted under controlled conditions. The progress of the composting process was monitored using various parameters, including temperature, moisture content, and the levels of organic matter and nutrients.

Recovery of acid saline soil of an organic amendment
M. J. Sánchez, J. J. Ballester,
Instituto Agrario de Investigación Científica, Faculty of Agronomy,
Environmental Chemistry, Faculty of Applied
Environmental Chemistry, Sevilla, Spain, Sevilla, Spain

INTRODUCTION **METHODS** **MAIN RESULTS**

The study aimed to recover acid saline soil using an organic amendment. The results showed that the organic amendment was highly effective in improving the soil quality and reducing its acidity and salinity. The amendment resulted in a significant increase in the soil's pH and a decrease in its electrical conductivity. The organic amendment also improved the soil's fertility and structure, leading to an increase in crop yield. The study demonstrated that organic amendments are a sustainable and effective method for recovering acid saline soil.

INTRODUCTION **METHODS**

The study was conducted using a laboratory-scale soil recovery process. The acid saline soil was treated with an organic amendment under controlled conditions. The progress of the soil recovery process was monitored using various parameters, including pH, electrical conductivity, and soil fertility.

SIMPOSIO MUNDIAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

GRACIAS AL APOYO FINANCIERO DE



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

