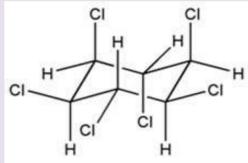


LINDANO II RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LINDANO



Yaiza Serrano Reyes
yaizaser@ucm.es

INTRODUCCIÓN



γ -HCH

IDENTIDAD DEL LINDANO Isómero gamma del 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (HCH)

- Hidrocarburo organoclorado
- Insecticida de amplio espectro en diferentes formulaciones
- Propiedades fisicoquímicas relacionadas con la estructura molecular de cada isómero
 - Predomina en suelo, agua y aire → α y γ (\uparrow %)
 - Predomina en animales → β



Agrícola Veterinaria
Farmacia

PROBLEMÁTICA

CARCINOGENICO (Grupo 1 [IARC]), PERSISTENTE, BIOACUMULABLE, DISRUPTOR ENDOCRINO Y POTENCIAL DE TRANSPORTE ATMOSFÉRICO A LARGA DISTANCIA



- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)
- Reglamento (CE) N° 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo

- ✗ Productos < 99% γ -HCH
- ✗ Producción
- ✗ Uso
- ✗ Importación
- ✗ Exportación

1 TOXICIDAD Efectos: **hígado**, cerebro, placenta y leche materna → Muerte

2 REPERCUSIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE (ligado a la exposición humana)

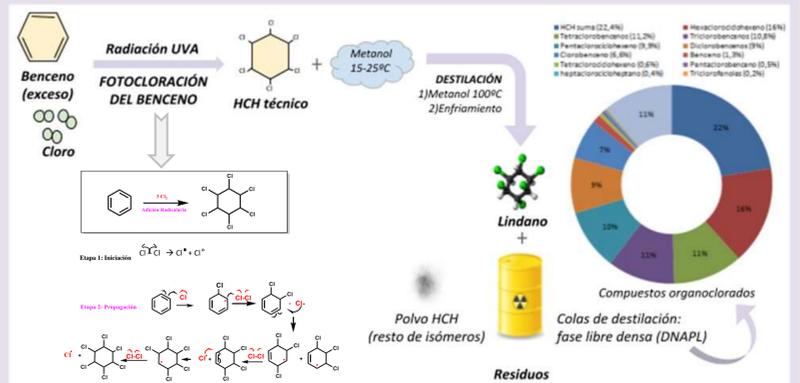
3 PRODUCCIÓN DE LINDANO

1T lindano : 8/12T residuos

¡ ECOTÓXICO !

- 3 años medio aerobio
- 20-50 días medio anaerobio
- Lixiviación
- Percolación
- **BIOACUMULACIÓN BIOMAGNIFICACIÓN**
- \uparrow Movilidad \downarrow [materia orgánica] = Difusión
- \uparrow Afinidad por lípidos
- \uparrow **Persistente**
- \uparrow Potencial de transporte atmosférico a larga distancia → Fenómeno "Destilación global"

- Características tóxicas no investigadas → **¡ Riesgo !**
- No se conoce
 - Distribución espacial
 - Cantidades
 - Composición residuos
 - Condiciones de producción



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (Título V) → Limpieza y recuperación del suelo contaminado

Real Decreto 9/2005

↓ [contaminante]
"Niveles de riesgo aceptables"

PRÁCTICA
(proceso complejo)

- Investigación medioambiental
- Seguimiento hidrogeológico
- **Infraestructuras**
- Gestión de residuos

TÉCNICAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LINDANO

1 TIPOS DE APLICACIONES

	IN SITU (área contaminada)	EX SITU (excavación + área alejada)
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No altera la estructura del suelo ▪ Menor coste económico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor tiempo de duración ▪ Capacidad de homogenizar muestra ▪ Fácil verificación de la eficacia
INCONVENIENTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor tiempo de ejecución ▪ Dificultad para homogenizar la muestra ▪ Difícil verificación de la eficacia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altera la estructura del suelo (excavación) ▪ Mayor coste económico

2 TIPOS DE TRATAMIENTOS

Tipos de aplicaciones Tipos de tratamientos	IN SITU	EX SITU
CONTENCIÓN*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barreras ▪ Sellado 	
CONFINAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inyección de solidificantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estabilización físico-química
DESCONTAMINACIÓN	FÍSICO-QUÍMICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracción de aire ▪ Oxidación química
	BIOLOGICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biodegradación asistida o dirigida <ul style="list-style-type: none"> - Bioestimulación - Bioaumentación ▪ Fitorremediación ▪ Bioventeo o bioventing
	MIXTOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atenuación natural
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavado de suelos ▪ Landfarming ▪ Biopilas o bioceldas ▪ Composteo o compostaje ▪ Lodos biológicos ▪ Incineración ▪ Desorción térmica

CASOS PRÁCTICOS

1 ARGALARIO (BIZKAIA) - Municipio de Barakaldo

Origen

- Empresas "Bilbao Chemicals" o "Nexana S.A."
- Problema: acumulación residuos tóxicos (fábrica)

Residuos acumulados en plantas de producción

Recuperación

- Estudios preliminares (localización depósito)
- Recuperación del vertedero + desviación cauce del arroyo
- Construcción **celda de seguridad** + reperfilado/sellado
- Recuperación paisajística (tapiz herbáceo + hidrosiembra)

Celda de seguridad del emplazamiento de Argalarío (antes y después)

Actualidad

- ≠ técnicas biológicas
- Plan de control ambiental: estabilidad residuos

2 SABIÑÁNIGO (HUESCA) – Municipio de Sabiñánigo

Origen

- Empresa "Inquinosa" (\uparrow producción lindano de Europa)
- Problema: acumulación residuos tóxicos

Contaminación suelos: ≠ focos de contaminación
Contaminación aguas: [lindano] = 7,05 mg
→ **Prohibición aguas de consumo**

Recuperación

- Construcción **celda de seguridad**

Actualidad

- 2016 (PELICR): aplicación técnica "ISCO" (oxidación química alcalina)
- \downarrow 99% residuos HCH
- \downarrow 95-99% restos residuos

3 O PORRIÑO (PONTEVEDRA) – Municipio de Torneiros

Origen

- Empresa "Zeltia"
- Problema

Contaminación suelos y agua
- Acumulación (escombrera municipal)
- Material acumulación: ¿caolín?
Contaminación agua
→ **Prohibición aguas de consumo**

Recuperación

- Construcción **celda de seguridad**
- ✗ Otras técnicas:
- \uparrow $V_{material}$
- \uparrow coste

Actualidad

- \uparrow riesgo de encontrar restos de lindano en el municipio

CONCLUSIONES

❖ Prohibición desde hace años
→ Riesgo de exposición actual

❖ Acumulación \uparrow cantidades lindano → ≠ estudios



❖ Actualidad: ✗ técnica garantiza eliminación completa

SOLUCIONES VIABLES

Técnicas de contención
(celda de seguridad)

+

Técnicas de descontaminación =
Biorremediación (\downarrow impacto ambiental)

BIBLIOGRAFÍA DESTACADA

- Vega M, Romano D, Uotila E. 2016. El lindano (contaminante orgánico persistente) en la UE. En: Departamento temático C: Derechos de los Ciudadanos y Asuntos Constitucionales. Bruselas. 98 p.
- IARC. 2015. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: DDT, Lindane, and 2,4-D. Lyon (France). 513 p
- Ortiz-Bernad I, Sanz-García J, Dorado-Valiño M, Villar-Fernández S. 2007. Técnicas de recuperación de suelos contaminados. En: Círculo de Innovación en tecnologías medioambientales y Energía (CITME). Madrid. 109 p.

