

Estrategias de Biorecuperación: Bioaumentación con Microorganismos Beneficiosos



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Alpechín

¿Que lo hace tan importante?

Composición

Compuesto por el agua de vegetación y los tejidos blandos de las aceitunas y el agua usada en las distintas etapas de la elaboración del aceite

El volumen de alpechín que se produce es de **0,5-1,5 L kg⁻¹ de aceituna molturada**

La composición química del alpechín es muy variable y depende de:

- Variedad del olivo

- Tipo de suelo y sistema de cultivo

- Grado de madurez y tiempo de almacenamiento del fruto

- Sistema de extracción*

Alpechín

El alpechín contiene más de 50 compuestos fenólicos diferentes y su presencia confiere a este residuo 3 de sus más importantes propiedades:

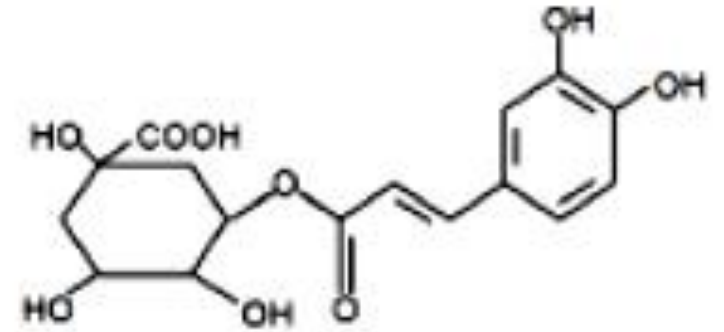
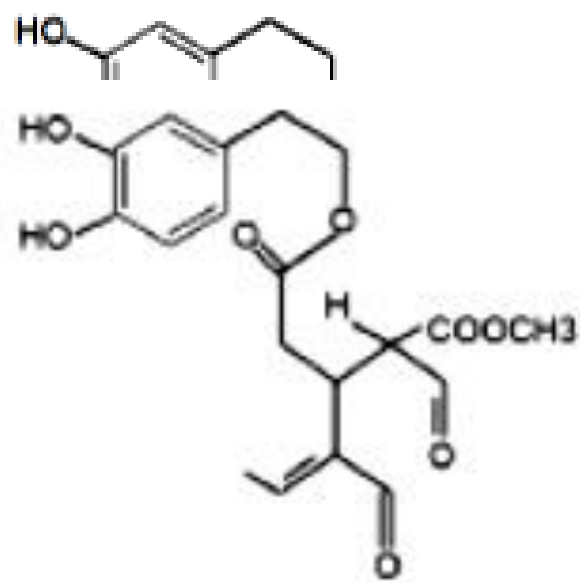
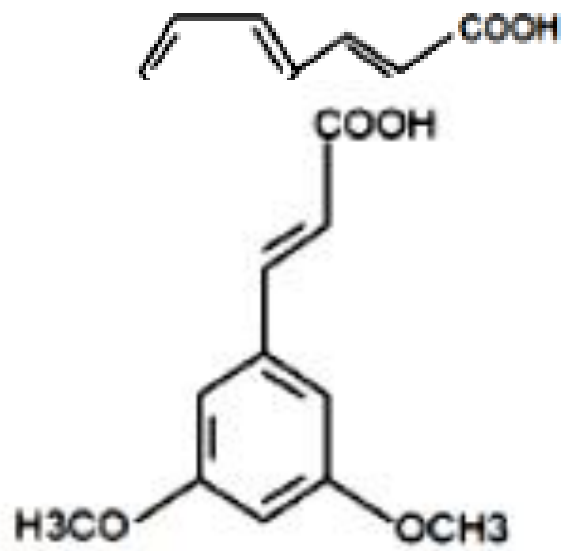
Efecto antimicrobiano

Efecto fitotóxico

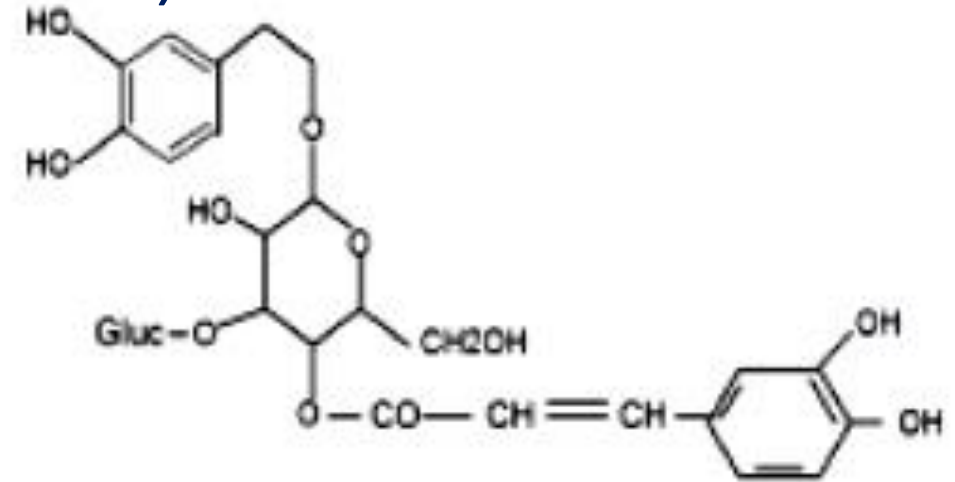
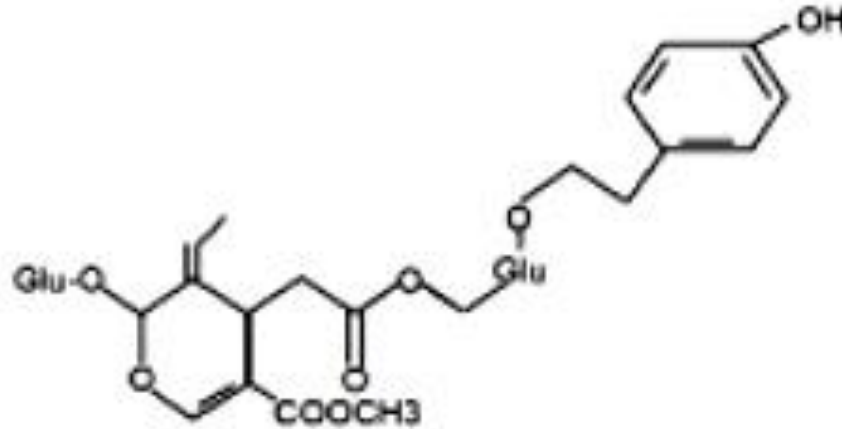
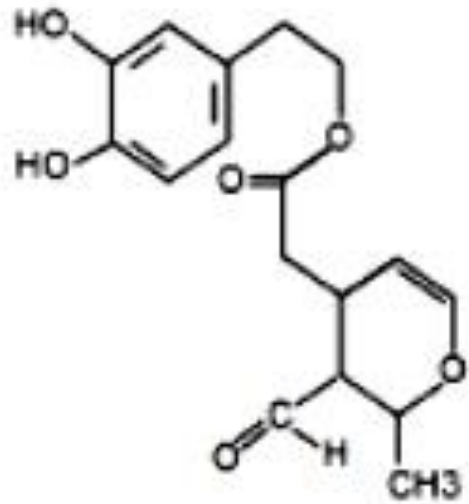
Color

potasio...)

1%



Compuestos fenólicos (Polifenoles o Biofenoles)
presentes en la oliva (y en el alpechín)



Índice

- Estrategias de biorrecuperación: **Introducción**
- Estrategias de biorrecuperación: **Bioaumentación**
- Estrategias de biorrecuperación: **Laboreo**
- Estrategias de biorrecuperación: **Compostaje**

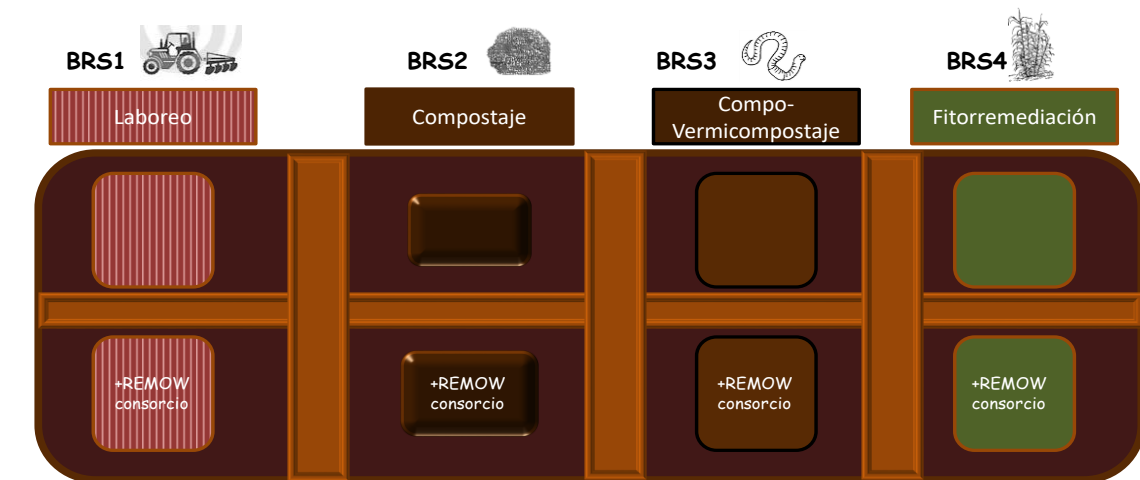
Estrategias de Biorrecuperación: Introducción



Estrategias de Biorrecuperación: Introducción

¿En qué consisten?

- Métodos naturales que emplean **organismos vivos** o **sus productos** para la recuperación de un material contaminado.
- También denominadas estrategias de **biodescontaminación** o **biorremediación**.
- En las **balsas de Mora** se aplican cuatro estrategias que implican la actuación de **microorganismos**, **plantas** y **lombrices**.
- La descontaminación se puede **acelerar** incorporando (**bioaumentación**) microorganismos especialistas en biodescontaminación de contaminantes de la balsas (**+REMOW**).



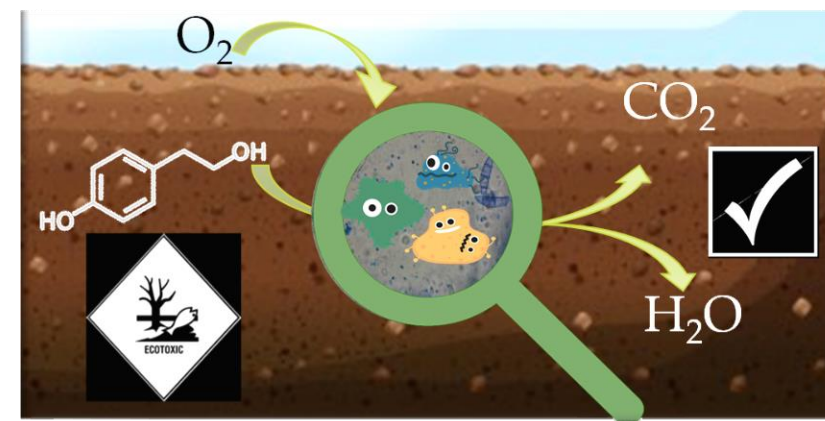
Estrategia	Organismos que intervienen en descontaminar
Laboreo	Microorganismos
Fitorremediación	Plantas y microorganismos
Compostaje	Microorganismos
Vermicompostaje	Lombrices y Microorganismos

Estrategias de Biorrecuperación: Introducción

¿Para qué sirven?

Todas estimulan la actividad de los microorganismos naturalmente presentes en las balsas:

- Una cucharadita de suelo no contaminado contiene **1.000 millones** de microorganismos (el mismo número de personas que habitan en el continente africano).
- La presencia de **contaminantes reduce** el número y la actividad de los microorganismos.
- La incorporación de nutrientes (materia orgánica), agua y oxígeno **reactiva las capacidades descontaminantes** naturales de los microorganismos y la biorrecuperación del suelo.



Estrategias de Biorrecuperación: Introducción

¿Para qué sirven?

- Incorporan plantas (fitorremediación) que actúan directamente eliminando contaminantes e indirectamente estimulando el crecimiento de microorganismos descontaminadores.
- Incorporan lombrices (vermicompostaje) que actúan sinérgicamente con los microorganismos de su digestivo en la biorrecuperación.

Resultado: recuperación del suelo contaminado para diversos usos y, adicionalmente, pueden generarse productos como compost, vermicompost y biomasa vegetal.



Estrategias de Biorrecuperación: Introducción

¿Qué se obtiene?

El suelo descontaminado se recupera para:

- Agricultura
- Pastoreo
- Reforestación
- Uso público

Compost y vermicompost útiles para:

- Agricultura
- Restauración de suelos



Estrategias de Biorrecuperación: Introducción

Ventajas e inconvenientes

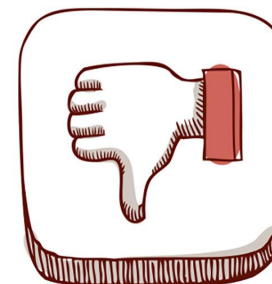
Ventajas

- Son procesos **naturales**
- Eliminan una gran **variedad de contaminantes**
- Se realizan **en el lugar** de la contaminación
- **Mas baratos** que otras tecnologías

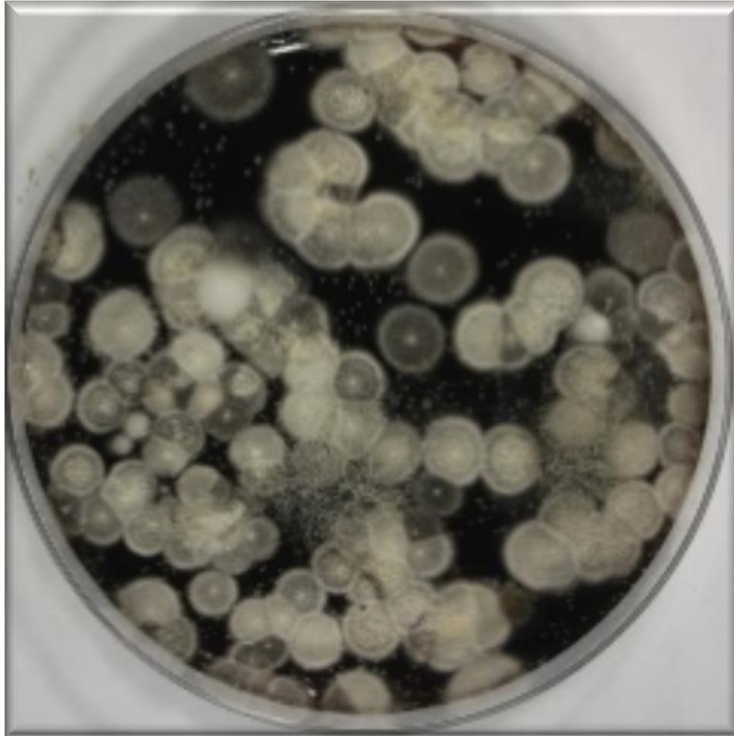


Inconvenientes

- Limitados a **contaminantes biodegradables**.
- **Difícil extrapolar** condiciones de laboratorio a escala real
- Suelen ser tratamientos más **prolongados** que otras opciones.



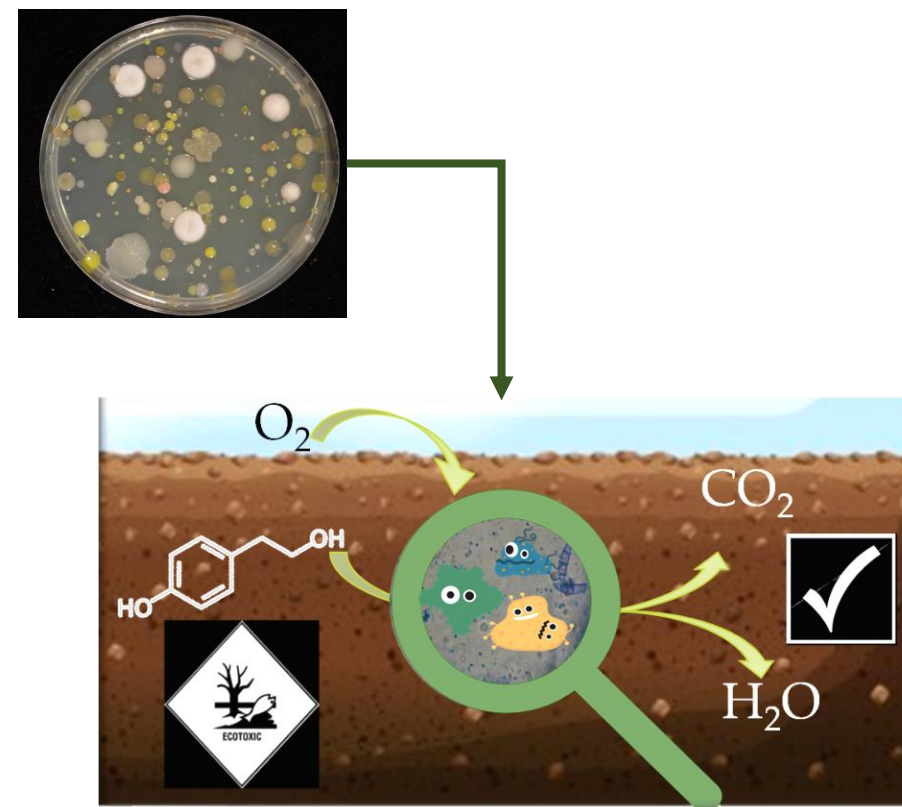
Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación



Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación

Bioaumentación

- Técnica de biodescontaminación en la que **se incorporan** microorganismos especialistas en la eliminación del agente contaminante.
- Los microorganismos **pueden proceder del suelo contaminado**, a partir del que se aíslan, se cultivan, incrementando su número, y se reincorporan al suelo.
- En LIFE+REGROW se emplean microorganismos **+REMOW**, aislados a partir de las balsas y específicamente seleccionados para la descontaminación del alpechín.



Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación

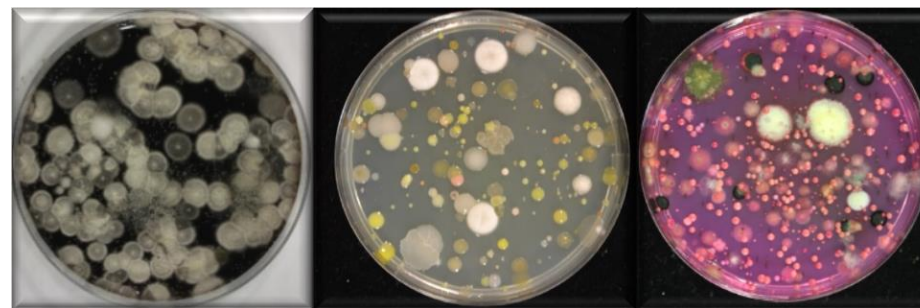
¿Cómo se obtienen los microorganismos para Bioaumentación?

1. Toma de muestras de las balsas de Mora



2. Siembra de las muestras en placas Petri con medios de cultivo y aislamiento de los microorganismos:

- Se ha obtenido una colección de 60 microorganismos

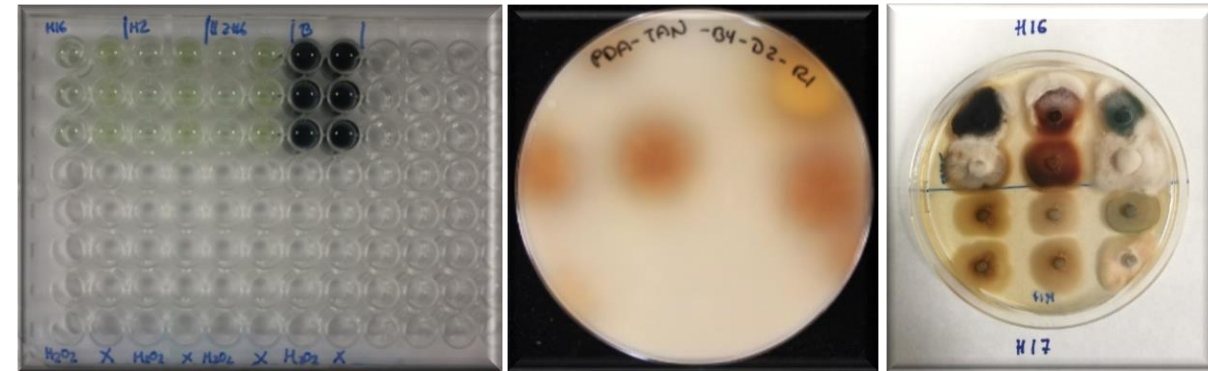


Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación

¿Cómo se obtienen los microorganismos para Bioaumentación?

3. Selección de microorganismos que degradan contaminantes presentes en el alpechín:

- Seleccionados 2 hongos que eliminan el 100% de tirosol (componente del alpechín): H2 y H16



4. Identificación de los microorganismos seleccionados

- H2 *Aspergillus ochraceus*
- H16 : *Scedosporium apiospermum*



AACCTCCACCCGTGTATACCGTACCTTGTGCTTCGGCGAGCCCGCC
 AGCGCTCGCCGGAGACACCAACGTGAACACTGTCTGAAGTTTGTGCG
 CAGTTAAACATTTCAACAATGGATCTCTTGGTTCGGCATCGATGAAG
 TAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACA
 CCGCTATCGCTCGGACCGTATTCGCTCGGCTGACGACCGCTCTC



Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación

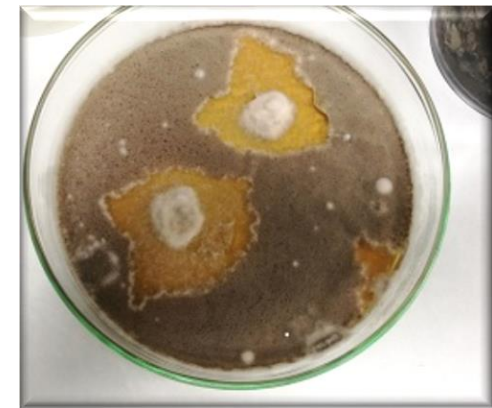
¿Cómo se obtienen los microorganismos para Bioaumentación?

5. Caracterización de microorganismos seleccionados:

- Pruebas de compatibilidad
- Pruebas de crecimiento a distintas temperaturas



6. Cultivo en masa de los microorganismos seleccionados



Estrategias de Biorrecuperación: Bioaumentación

¿Cómo se obtienen los microorganismos para Bioaumentación?

7. Preparación para transporte:

- Liofilización (eliminar líquido)
- Envasado a vacío



8. Incorporación (inoculación):

- Disolución en agua
- Inoculación



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

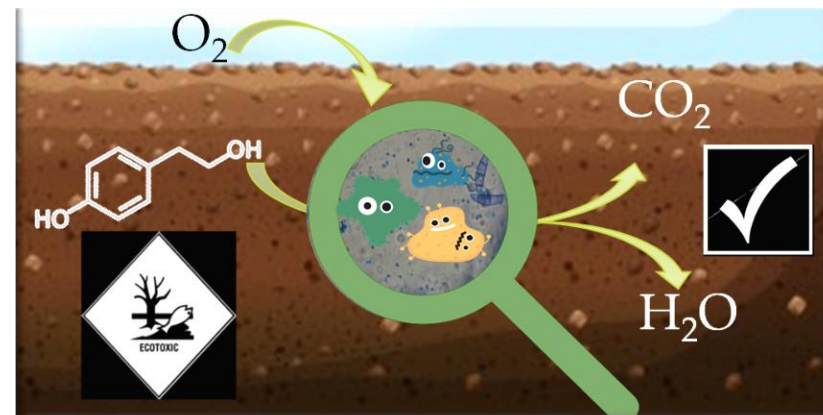
¿En qué consiste?

Método de descontaminación biológica del suelo en el que se **estimula** la acción degradativa aerobia de los microorganismos mediante:

- Incorporación de nutrientes
- Riego
- Aireación

También se denomina biolabranza o landfarming.

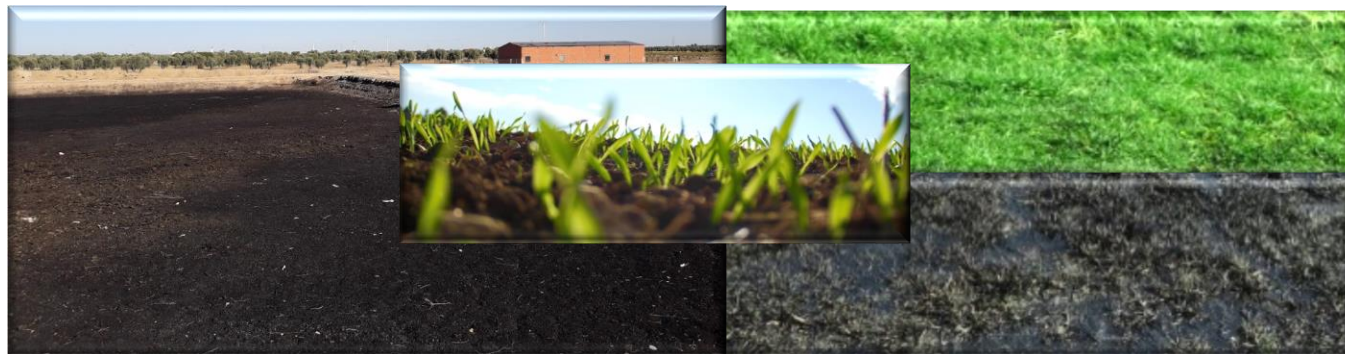
Los microorganismos del suelo, en presencia de oxígeno, agua y nutrientes, **descomponen** los contaminantes en agua y CO₂.



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

¿Para qué sirve?

- Recuperación de suelos contaminados con compuestos orgánicos:
 - Diesel y gasolinas
 - Lodos aceitosos
 - Pesticidas
 - Alpechín
- Aprovechamiento de residuos orgánicos como nutrientes aportados



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

¿Qué se necesita?

- Suelo con contaminantes orgánicos
- **Nutrientes:** Residuos orgánicos
 - Excrementos animales
 - Restos de cosecha (hojas, tallos y frutos no comercializables)
 - Residuos de procesamiento de alimentos (pieles o pulpa de frutas, etc.)
- **Agua:** Proporcionada mediante riego del suelo.
- **Oxígeno:** Suministrado mediante arado del suelo con maquinaria agrícola.



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

¿Cómo se realiza?

El suelo se mezcla con los residuos orgánicos (nutrientes) y se riega y voltea con el arado periódicamente. El tratamiento dura de 6 meses a 2 años.

Mejoras:

Bioaumentación: Se pueden incorporar microorganismos que ayudan en la descontaminación a los que se desarrollan naturalmente.

Laboreo ex-situ: Si hay riesgo de contaminación de acuíferos o subsuelo se debe llevar el suelo a un lugar impermeabilizado donde se trata



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

¿Qué se obtiene?

El suelo descontaminado se recupera para:

- Agricultura
- Pastoreo
- Reforestación
- Uso público



Estrategias de Biorrecuperación: Laboreo

Ventajas e inconvenientes

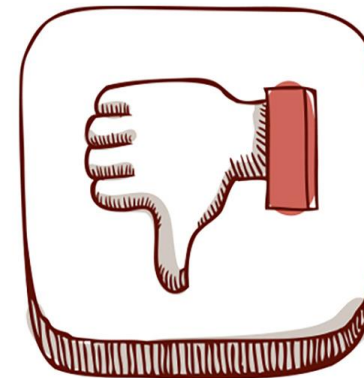
Ventajas

- Requiere poca maquinaria e infraestructura.
- Costes relativamente bajos (25-50 €/t tierra).
- Escasos efectos ambientales negativos.



Inconvenientes

- Si manejo inadecuado puede contaminar acuíferos.
- Inefectivo para suelos con elevada carga contaminante.
- Inclemencias meteorológicas pueden retrasar el proceso.



Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje



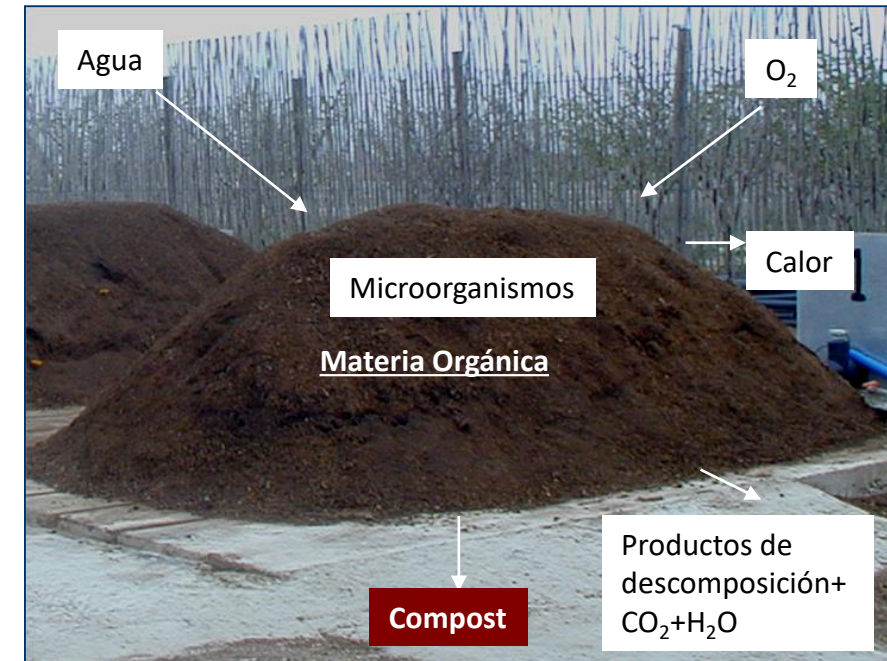
Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

¿En qué consiste?

Método de transformación biológica de la materia orgánica, incluyendo contaminantes del alpechín, en el que **se acelera intensamente** la actividad de los microorganismos mediante:

- La conservación de la temperatura, al **apilar los materiales**
- La presencia de nutrientes (residuos orgánicos)
- El riego
- La aireación del material.

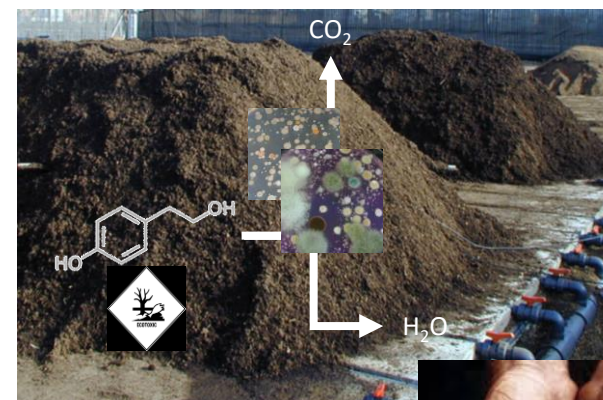
Los microorganismos del material a compostar, en presencia de oxígeno, agua y nutrientes, **descomponen** la materia orgánica generando agua, CO_2 y el producto final (Compost).



Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

¿Para qué sirve?

- Transformación (y aprovechamiento) de residuos orgánicos animales, agroalimentarios, vegetales, urbanos o forestales en abono orgánico denominado **compost**.
- **Descontaminación:** La actividad intensa de los microorganismos durante el compostaje conduce a la eliminación de contaminantes orgánicos (pesticidas, alpechín, etc).
- **Eliminación de patógenos:** Los microorganismos patógenos humanos o vegetales son eliminados por efecto del calor que se genera en el proceso.



Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

¿Qué se necesita?

- **Nutrientes:** Residuos orgánicos
 - Excrementos animales
 - Restos de cosecha (hojas, tallos y frutos no comercializables)
 - Residuos de procesado de alimentos (pieles o pulpa de frutas, etc.)
- Trituradora (opcional)
- Agua
- Oxígeno: Sistema para airear y mezclar el material (ej. pala volteadora).
- Termómetro para realizar el seguimiento del proceso.



Objetivo: Descontaminación de suelo
Suelo contaminado

Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

¿Cómo se hace?

- El suelo **se mezcla** en proporciones adecuadas con los residuos orgánicos (nutrientes) para alcanzar una relación C/N de 25-30.
- La mezcla **se apila** en montones (1,5mx1,5 m) y se **riega y voltea** periódicamente.
- Se **mide la temperatura** dentro de la pila (alcanza 40-60°C en fases termófilas).
- El tratamiento dura de 3 meses a 1 año.



Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

¿Qué se obtiene?

- Suelo descontaminado
- Compost útil para:
 - Agricultura
 - Restauración de suelos



Estrategias de Biorrecuperación: Compostaje

Ventajas e inconvenientes

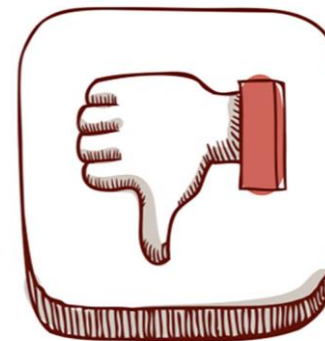
Ventajas

- Requiere poca maquinaria.
- Costes de operación relativamente bajos.
- Escasos efectos ambientales negativos.
- Se obtiene un producto (compost).
- Se aprovechan residuos.
- Se **acelera la descontaminación** respecto a otras estrategias.



Inconvenientes

- Con manejo inadecuado puede **contaminar acuíferos, emitir gases** con efecto invernadero y **olores** indeseables.



Equipo de la Universidad de Almería

Joaquín Moreno Casco. Catedrático de Microbiología

María José López López. Profesora de Microbiología

Francisca Suárez Estrella. Profesora de Microbiología

Miguel Cueto Romero. Profesor de Botánica

Maria R. Martínez Gallardo. Máster Biotecnología. Contratada LIFE

Ana Siles Castellano. Máster en Química. Contratada LIFE



Life+Regrow
LIFE16 ENV/ES/331

Colaboradores:

Macarena M. Jurado Rodríguez

Juan A. López González

María José Estrella

Anny Camelo

Ana Toribio



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA