



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
Facultad de Ciencias Agrícolas

# ***Fitorremediación***

*Biotecnología*  
*Ingeniero Agrónomo Fitotecnista*

*Guion Explicativo*

Autor:  
*Dr. César Vences Contreras*

2017

## PRESENTACIÓN

Los contenidos de este material, se desarrollan con base al programa de estudios por competencias de la unidad de aprendizaje: BIOTECNOLOGÍA, temática que requiere de apoyo de material sintético, pertinente y en ocasiones gráfico, que permitan al alumno generar una total atención y propicien un cambio de conducta con fundamento en los conceptos y aplicaciones técnicas.

La secuencia de la presente serie de diapositivas, conjuntamente con los apuntes, el manual y otros materiales didácticos, pretende el desarrollo de competencias en el discente.

Para fines de una complete guía en cuanto al temario de la UA, se han conformado 16 paquetes de diapositivas, por lo que será necesario su total exposición; para dar cumplimiento y cobertura a los objetivos planteados.

### **DIAPOSITIVA 1**

Portada

***Tiempo de Exposición: 1 min***

### **DIAPOSITIVA 2**

Contenido:

Objetivo

Concepto

Introducción

Medidas existentes

Métodos empleados

Fitorremediación

Especies vegetales

Referencias bibliográficas

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIAPOSITIVA 3**

Objetivo: Comprender el uso de la “fitorremediación” como un método eficiente de descontaminación del medio ambiente

***Tiempo de Exposición: 1 min***

#### **DIPOSITIVA 4**

Concepto: La “fitorremediación” es la utilización de las plantas y de los microorganismos asociados a las mismas con fines de descontaminación del medio ambiente.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

#### **DIPOSITIVA 5**

Introducción: En este contexto, las plantas pueden considerarse como sistemas naturales de extracción y tratamiento de contaminantes.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

#### **DIPOSITIVA 6**

Introducción: La autotrofia es una de las características más importante de las plantas, dado que les permite utilizar la energía solar y el CO<sub>2</sub> como fuentes de energía y carbono, respectivamente.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

#### **DIPOSITIVA 7**

Introducción: Las mismas dependen de sus raíces para incorporar agua del medio que las rodea y, con ella, compuestos minerales.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

#### **DIPOSITIVA 8**

Introducción: Junto con éstos, las plantas absorben compuestos tóxicos (mecanismos de detoxificación), que les permiten sobrevivir en ambientes adversos.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

#### **DIPOSITIVA 9**

Medidas Existentes para la Remediación Ambiental

***Tiempo de Exposición: 1 min***

#### **DIPOSITIVA 10**

*Excavación y retiro: para remover físicamente el sustrato contaminado y disponer de él.*

*Lavado de suelo: donde se remueve el contaminante por tamaño o separación por gravedad.*

*Tratamiento termal: para volatilizar el contaminante.*

***Tiempo de Exposición: 5 min***

#### **DIPOSITIVA 11**

*Electrosinética: para movilizar el contaminante como una partícula con carga.*

*“Capping”:* donde el suelo contaminado es cubierto con suelo limpio, arcilla, asfalto y/o un geotéxtil.

*Vitrificación:* donde la matriz es derretida y convertida en un material cristalino.

***Tiempo de Exposición: 5 min***

## **DIAPOSITIVA 12**

*Fractura neumática:* aire a presión es inyectado al suelo para ampliar la eficiencia de la extracción.

*Redox químico:* donde se convierte el contaminante a un estado más estable o menos móvil.

***Tiempo de Exposición: 5 min***

## **DIAPOSITIVA 13**

Procesos costosos e impracticables si se trata de grandes superficies de tierra o volúmenes de agua.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 14**

Como consecuencia de ello, muchos terrenos privados se abandonan en lugar de remediarse.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 15**

*Altos costos.*

*Alto consumo de energía.*

*Destrucción del suelo.*

*Problemas de logística.*

*Incremento en el grado de insatisfacción del público.*

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 16**

Métodos Biológicos

***Tiempo de Exposición: 1 min***

## **DIAPOSITIVA 17**

Consiste en agregar o estimular el crecimiento de bacterias que degraden o transformen el contaminante a tratar.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 18**

Se deben considerar factores tales como la capacidad de supervivencia de los microorganismos, la accesibilidad o biodisponibilidad del compuesto contaminante y la presencia de inductores de las respectivas actividades enzimáticas.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 19**

Bioabsorción

***Tiempo de Exposición: 1 min***

## **DIAPOSITIVA 20**

Otra forma de fitoextracción.  
Uso de material biológico como filtrador.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 21**

Fisicoquímicos

***Tiempo de Exposición: 1 min***

## **DIAPOSITIVA 22**

Incluyen la excavación, transporte y lavado de suelos, la extracción, bombeo y tratamiento de aguas contaminadas y el tratamiento de aguas contaminadas mediante precipitación, intercambio iónico, ósmosis reversa y micro filtración.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 23**

Fitorremediación

***Tiempo de Exposición: 1 min***

## **DIAPOSITIVA 24**

Permite descontaminar de manera eficiente compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos presentes en sustratos de naturaleza sólida, líquida o gaseosa.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 25**

La Fitorremediación es una opción innovadora, costo-efectiva y ambientalmente "amigable".

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 26**

Es el uso de plantas para restaurar o estabilizar terrenos y aguas contaminadas.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 27**

Se aprovechan las habilidades naturales de las plantas para extraer, acumular, precipitar, almacenar o degradar compuestos inorgánicos y orgánicos.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

## **DIAPOSITIVA 28**

La Fitorremediación incluye:

Fitoextracción.

Fitoestabilización.

Fitovolatilización.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 29**

Plantas silvestres o cultivadas que absorben altas cantidades de elementos tóxicos en su parte aérea.

Plantas cosechadas pueden ser desechadas como pequeñas cantidades de ceniza a relativamente bajo costo.

Hiperacumuladoras retienen elementos tóxicos entre 2-5% de su peso seco.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 30**

Dependiendo de sus propiedades, pueden ser degradados en la raíz de la planta, o incorporados a tallos y hojas para su degradación, secuestro o volatilización.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 31**

Algunos compuestos orgánicos descontaminados por fitorremediación incluyen solventes orgánicos (tricloroetileno), herbicidas (atrazina), explosivos (trinitrotolueno), hidrocarburos derivados del petróleo (gasolina, benceno, tolueno, hidrocarburos aromáticos policíclicos) y bifenilos policlorinados (dioxinas, polietileno), entre otros.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 32**

Potencial de transferir humedad de superficies de suelo contaminado y aguas subterráneas a la atmósfera.

Producir enzimas degradables.

Habilidad de sobrevivir bajo un rango de condiciones ecológicas.

Capacidades impulsadas por energía solar.

***Tiempo de Exposición: 10 min***

### **DIPOSITIVA 33**

Potencial de penetrar a profundidades significativas y crear una amplia zona radicular.

Habilidad de acumular ciertos contaminantes.

Habilidad de producir y metabolizar bastantes toxinas naturales.

Habilidad de devolverle al lugar contaminado algún nivel de salud ecológica y estabilidad.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 34**

Potencial de penetrar a profundidades significativas y crear una amplia zona radicular.

Habilidad de acumular ciertos contaminantes.

Habilidad de producir y metabolizar bastantes toxinas naturales.

Habilidad de devolverle al lugar contaminado algún nivel de salud ecológica y estabilidad.

***Tiempo de Exposición: 2 min***

### **DIPOSITIVA 35**

Deben ser hiper acumuladoras de metales o ciertas sustancias.  
Deben estar adaptadas a las condiciones ambientales y de suelo.  
Deben crecer rápido.  
Concentrar tóxicos en sus partes.  
No comestibles.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 36**

Fitorremediación

**Tiempo de Exposición: 1 min**

### **DIPOSITIVA 37**

*Brassica juncea*. Acumula selenio, sulfuro, plomo, cromo, cadmio, níquel, zinc, cobre.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 38**

*Buxaceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae* acumulan níquel.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 39**

*Familia Compositae – simbiosis con Arthrobacteria* acumula cesio y estroncio.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 40**

*Solanum lycopersicum* acumula plomo, zinc y cobre.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 41**

Metales y otros elementos comúnmente encontrados en suelos y aguas: As, Hg, Cd, Ni, Cr, Se, Cu, Ag, Pb, Zn, Al, Mo, Cs, Sr, Co, Mn.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 42**

Factores a Considerar para seleccionar opciones de remediación:

Tamaño, localización, historia del lugar.

Accesibilidad del lugar.

Efectividad de la opción de remediación.

Características del suelo/agua.

Composición, estado físico y químico del contaminante.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

### **DIPOSITIVA 43**

Factores a Considerar para seleccionar opciones de remediación:

Grado de contaminación (concentración y distribución).

Uso previsto para el lugar.

Recursos técnicos y financieros disponibles.

Conciencia de asuntos públicos, legales y ambientales.

**Tiempo de Exposición: 2 min**

#### **DIPOSITIVA 44**

Referencias Bibliográficas:

ALKORTA, I., HERNÁNDEZ-ALLICA, J., BECERRIL, J.M., AMEZAGA, I., ALBIZU, I. y GARBISU, C. (2004). Recent Findings on the Phytoremediation of Soils Contaminated with Environmentally Toxic Heavy Metals and Metalloids Such as Zinc, Cadmium, Lead, and Arsenic. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 3 (1) 71-90.

ANTOSIEWICS, D.M., ESCUDE-DURAN, C., WIERZBOWSKA, E., y SKALODOWSKA, A. (2008). Indigenous plant species with potencial for the phytoremediation of arsenic and metal contaminated soil. *Water air soil pollution* 193: 197-210.

BARCELÓ, J. Y POSCHENRIEDER, CH. (2003). Phytoremediation: Principles and perspectivas. *Contributions to Science*, 2(3): 333-344.

BECERRIL, J. M., BARRUTIA, O., GARCÍA PLAZAOLA, J.I., HERNÁNDEZ, A., OLANO, J.M y GARBISU, C. (2007). Especies nativas de suelos contaminados por metales: *Aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. Ecosistemas*, 2007/2.

BERNAL, M.P., CLEMENTE, R., WALKER, D.J. (2007). The role of organic amendments in the bioremediation of heavy metal-polluted soils. In: Gore, R.W. (Ed.), *Environmental Research*.

BOYD, R.S., M.A. WALL, y T. JAFFRÉ. (2006). Nickel levels in arthropods associated with Ni hyperaccumulator plants from an ultramafic site in New Caledonia. *Insect Science* 13:271–277.

BRADY, N.C. Y WEIL, R.R. (2008). *The nature and properties of soils*, 14th Edición. Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.

CLUIS, C. (2004). Junk-greedy greens: phytoremediation as a new option for soil decontamination. *Bio. Tech. Journal* 2, 60–67.

COOK, L., MCGONIGLE, T., y INOUE, R. (2009). Titanium as an indicator of residual soil on arid-land plants. *J. Environ. Qual.* 38:188-199.

DEMIREZEN, D. y AKSOY, A. (2004). Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey). *Chemosphere* 56: 685–696.

DENG, H., YE, Z.H., WONG, M.H. (2004). Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by twelve wetland plant species thriving in metal contaminated sites in China. *Environmental Pollution* 132, 29-40.

DENG, H., YE, Z.H., WONG, M.H. (2006). Lead and zinc accumulation and tolerance in populations of six wetland plants. *Environmental Pollution* .141 (69-80).

FAYIGA, A., MA, L., CAO, X., y RATHINASABAPATHI, B. (2004). Effects of heavy metals on growth and arsenic accumulation in the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. *Environment. Poll.* 132 (2). 289-296.

GARCÍA, I. y ECKSTEIN, D. (2003). Climatic signal of early Wood vessel of oak on a maritime site. *Tree physiology* 23: 497-504.

GARCÍA, I. y DORRONSORO, C. (2005). Contaminación por metales pesados. En: Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafología.ugr.es/conta/tema15/introd..htm>

GINOCCHIO, R. y BAKER, A. (2004). Metallophytes in Latin America: a remarkable biological and genetic resource scarcely know and studied in the region. *Revista chilena de historia natural*. 77: 185-194.

GRATÃO, P., POLLE, A., LEA, P. y AZEVEDO, R. (2005). Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. *Functional Plant Biology*. 32 (481-494).

**Tiempo de Exposición: 3 min**