



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



**I.P.E.A N° 223 Intendente Ramón N. Quinteros.**

Los Inmigrantes 205. San José de la Dormida.

Departamento Tulumba - Córdoba.

Teléfono: 03521-497911

Email: [jpem223@hotmail.com](mailto:jpem223@hotmail.com)

Director: Néstor Omar Araoz

Vicedirector: Aldo Germán Farroni

## **Fitorremediación, una estrategia para disminuir el plomo en los suelos del norte de Córdoba.**

Autores: Quiñonez Barrera, Débora Belén - Vigil Argañaraz, María Guadalupe - Andrés, María Victoria - Campana, Sofía Milena - Wagner, Etel Ernestina - Guzman, Emilia.

Docentes: Gori, Yanina Gabriela - Wolkowicz, Ana Carolina - Idiart, Elisa Noemi.

Tutor/ miembro CREA: Barros, José María.



## RESUMEN

La fitorremediación, se ha convertido en una alternativa atractiva y prometedora a las tradicionales técnicas físico-químicas para la remediación de los compuestos que contaminan el ambiente. El principal objetivo del trabajo es analizar a partir de la bibliografía consultada, la factibilidad de la implementación de la fitorremediación para sanear suelos contaminados.

Este es un estudio descriptivo mediante la revisión documental sobre la posibilidad que presenta esta biotecnología en el tratamiento de problemas de contaminación.

Entre las principales tecnologías que se han registrado la fitorremediación ha demostrado ser económica y eficiente en la remoción de determinados contaminantes.

Las mejores prácticas de manejo (MPM) no deberían ser específicas para regiones, sino diseñadas para campos específicos. La fitorremediación tendrá un papel principal en la recuperación de tierras afectadas por contaminación difusa y puntual con metales pesados.

## INTRODUCCIÓN

Investigaciones han demostrado que en las últimas décadas el norte de Córdoba se ha visto perjudicado por un problema que altera y daña el medio ambiente: la contaminación por plomo. Este metal presente en la corteza terrestre, tiene efectos tóxicos, resistente a la corrosión, es blando, de color gris azulado que oscurece rápidamente con el aire siendo su punto de ebullición de 1740 °C, emitiendo vapores a partir de los 500 °C y no es biodegradable. Hay diversas maneras en las que un ecosistema puede llegar a un punto de vulnerabilidad a causa de este metal, la misma es provocada por la presencia de residuos domiciliarios, naftas, tuberías en edificaciones antiguas, aunque la principal causa es el uso de municiones con plomo por parte del turismo cinegético.

La contaminación del suelo es hoy en día uno de los temas ambientales más importantes para la sociedad y la administración. La caracterización, evaluación y remediación de un suelo contaminado es uno de los principales retos ambientales por abordar en los próximos años. La peligrosidad de los contaminantes en los suelos viene dada no sólo por su concentración total, sino especialmente por su disponibilidad. La biodisponibilidad de los metales desde los suelos a las plantas y otros organismos y el riesgo para la salud siguen siendo cuestiones por resolver.

Ante la presencia de esta problemática, una solución viable es utilizar organismos vivos para absorber, degradar o transformar los contaminantes y retirarlos, inactivarlos o atenuar su efecto en el suelo, el agua y el aire; a este proceso se lo llama biorremediación.

En los últimos diez años ha tomado importancia dentro de la biorremediación la técnica de fitorremediación como estrategia para eliminar, captar, inmovilizar el plomo del suelo; aprovecha la capacidad de algunas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo y compuestos derivados del petróleo. Tiene como ventajas principales el bajo costo y no requiere una tecnología de cultivo diferente a la habitual en nuestra zona.

## HIPÓTESIS

-La fitorremediación es una estrategia accesible que disminuye el contenido de plomo en suelos contaminados.



## OBJETIVOS

- Reconocer las posibles causas de contaminación por plomo en el suelo.
- Analizar a partir de la bibliografía consultada, la factibilidad de la implementación de la fitorremediación para sanear suelos contaminados.
- Investigar las especies usadas en fitorremediación que se adapten en nuestras zonas.

## DESARROLLO

El suelo, junto con el agua y el aire, es uno de los recursos naturales más importantes con los que contamos los seres humanos. En el mismo se pueden identificar una serie de capas llamadas horizontes, cada una de ellas con características particulares. En la figura 1 se ve representado el perfil de un suelo ideal:



Figura 1. Horizontes del suelo.

Un suelo contaminado es aquel que ha sufrido un cambio en sus características físicas, químicas o biológicas que por su naturaleza, dimensión o duración en el tiempo resulte incompatible con sus propiedades funcionales de uso o suponga una amenaza grave para la salud pública o el medio ambiente. Los metales pesados constituyen uno de los grupos de contaminantes ambientales sujetos a una mayor investigación y preocupación, fundamentalmente debido a su movilidad y a las bajas concentraciones a las que comienzan a manifestar sus efectos tóxicos.

Se pueden distinguir diferentes fuentes de contaminación de los suelos por metales pesados dependiendo de su origen. En ocasiones, la propia naturaleza del material originario y su alteración son los responsables de la contaminación; en este caso, se denomina contaminación endógena. Otras veces los aportes contaminantes son externos, frecuentemente como resultado de actividades antropogénicas, denominándose contaminación exógena. La contaminación de origen natural es significativamente menos importante que la de origen antropogénico.

Efectos directos sobre los suelos:



- Se ve afectado el ciclo biogeoquímico y la función de biofiltro.
- Disminución cualitativa y cuantitativa del crecimiento normal de las poblaciones de microorganismos y la fauna del suelo o bien, alteración de su diversidad, lo que aumenta la fragilidad del sistema.
- Disminución del rendimiento de las cosechas.
- Cambios en la composición de algunos productos agropecuarios como en el caso de los granos de soja y trigo, con posibilidad de que estos elementos ingresen en la cadena trófica de los consumidores transformándose así en un riesgo para la salud.

Efectos indirectos sobre los suelos:

- Contaminación de las aguas superficiales y freáticas por procesos de transferencia. Se alcanzan concentraciones superiores a las consideradas aceptables.
- Variación de la disponibilidad de elementos a largo plazo en los suelos, como consecuencia de cambios en las propiedades físico-químicas de los mismos.
- Reducción de la fertilidad del suelo, al disminuir la flora y fauna del mismo.
- Modificación de la estructura del suelo debido a la pérdida de fertilidad del mismo.

La contaminación provoca, por lo general, una perturbación del suelo la cual se traduce en una pérdida de calidad y aptitud para el uso o lo hace inutilizable, a no ser que se le someta a un tratamiento previo. Muchos especialistas han estado buscando soluciones para reducir la contaminación de plomo, teniendo como principal opción la biorremediación.

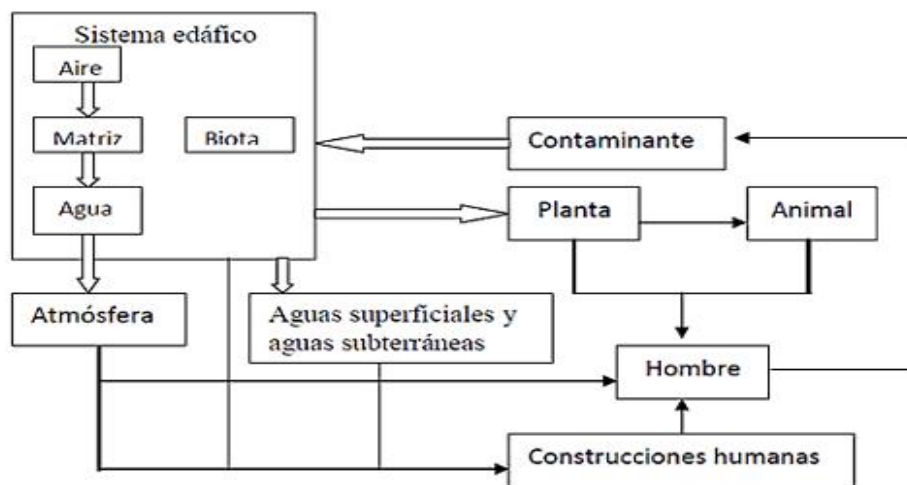


Figura 2. La dinámica de los contaminantes en el suelo y las interacciones entre planta-animal-hombre-medio ambiente son factores todos ellos a tener en cuenta a la hora de evitar problemas de contaminación.

Los contaminantes se diluyen más o menos rápidamente en los ríos o en el aire. Sin embargo, en los suelos tienden a acumularse.

Los metales pesados pueden presentarse en el suelo bajo diferentes formas:

1. Solubles en la solución del suelo.
2. Como iones intercambiables de los coloides que integran el complejo de cambio.
3. Formando complejos con la materia orgánica.
4. Adsorbidos en los óxidos e hidróxidos de Fe, Mn y Al, sulfuros y fosfatos.
5. Como constituyentes de los minerales secundarios del suelo.



Los metales pesados son retenidos en los suelos de distintas formas, tal y como se indica en la Tabla 1. A su vez, dichas formas de retención representan diferentes grados de disponibilidad relativa para las plantas.

Formas de retención en el suelo	Disponibilidad relativa
Ión en la disolución del suelo	Fácilmente disponible
Ión en complejo de intercambio orgánico o inorgánico	Disponible
Metales complejados o quelatados por compuestos orgánicos	Menos disponible
Metal precipitado coprecipitado	Disponible sólo si ocurre una alteración química
Incorporado en la matriz biológica	Disponible después de la descomposición
Metal en la estructura mineral	Disponible después de la alteración mineral

Tabla 1. Formas químicas de los metales en el suelo y su disponibilidad relativa para las plantas.

Para conocer el comportamiento de los metales pesados en los suelos deben considerarse los siguientes factores: el pH, la textura, las condiciones de óxido-reducción, el contenido en materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la presencia de otros elementos.

Cuando un contaminante se incorpora al suelo desencadena una serie de procesos físicos, químicos o biológicos que condicionan los efectos que este puede causar no sólo sobre el sistema suelo sino también sobre el resto de compartimentos ambientales y, sobre la cadena trófica. Una vez incorporado el contaminante, éste puede verse influenciado por procesos tales como transformación, retención y transporte.



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS

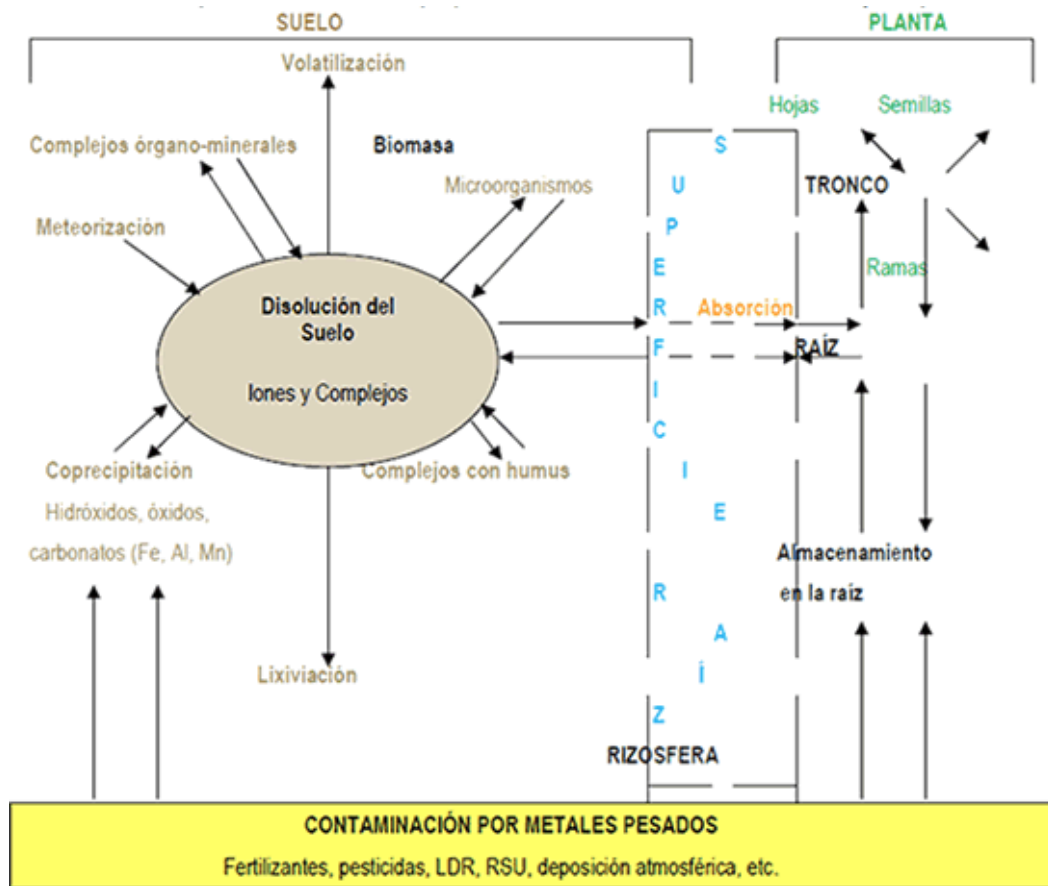


Figura 3. Dinámica de los metales pesados en el sistema suelo-planta.

En el sistema suelo-planta, una vez que los iones metálicos han sido absorbidos, pueden moverse por la misma. Este movimiento depende del tipo de metal, del órgano de la planta y de su edad. En general, el Pb es el metal menos movilizado en el interior de las plantas respecto a otros metales como Cd, B, Zn, Cu.

Los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías:

1. Quedar retenidos en la solución del suelo o bien, fijados por adsorción, complejación y/o precipitación.
2. Ser absorbidos por las plantas e incorporarse a las cadenas tróficas.
3. Pasar a la atmósfera por volatilización.
4. Movilizarse a las aguas superficiales o subterráneas.

La fitorremediación utiliza los organismos naturales y preserva el estado natural del medioambiente; sin embargo, presenta ciertas limitaciones en su aplicación, dadas por el sistema radicular y la tasa de crecimiento de las especies vegetales, la concentración del contaminante y los posibles impactos de la vegetación contaminada.

Sistema radicular: una de las limitaciones en la aplicabilidad de la fitorremediación es el contacto efectivo de los contaminantes con las raíces. Por ello, esta tecnología se limita a la profundidad alcanzada por las raíces de las especies seleccionadas. El contacto entre las raíces y el suelo contaminado se puede favorecer o mejorar mediante el uso de maquinaria agrícola convencional y prácticas tales como el arado y subsolado.



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



**Tasa de crecimiento:** la fitorremediación también se encuentra limitada por la tasa de crecimiento de las plantas. Normalmente para fitorremediar un sitio se requiere un período considerablemente mayor (meses o años) en comparación con lo requerido con las tecnologías convencionales.

**Concentración del contaminante:** los sitios que presentan un nivel de contaminación bajo a moderado comprendido dentro de la zona radicular son los mejores candidatos para aplicar un proceso de fitorremediación. Las concentraciones muy altas de contaminantes pueden inhibir el crecimiento de las plantas y por lo tanto, pueden limitar la aplicación de esta tecnología en ciertos sitios.

**Impactos de la vegetación contaminada:** la mayoría de las plantas no acumulan cantidades significativas de contaminantes en las estructuras aéreas, por lo cual no requieren de un tratamiento posterior. Otras plantas extraen el metal del suelo a través de sus raíces y lo concentran hasta niveles extremadamente altos en sus tejidos, por lo cual son investigadas como agentes para la fitoextracción. Estas especies requieren ser cosechadas y posteriormente recicladas o dispuestas en un lugar seguro para evitar el traspaso de los contaminantes a través de la cadena trófica.

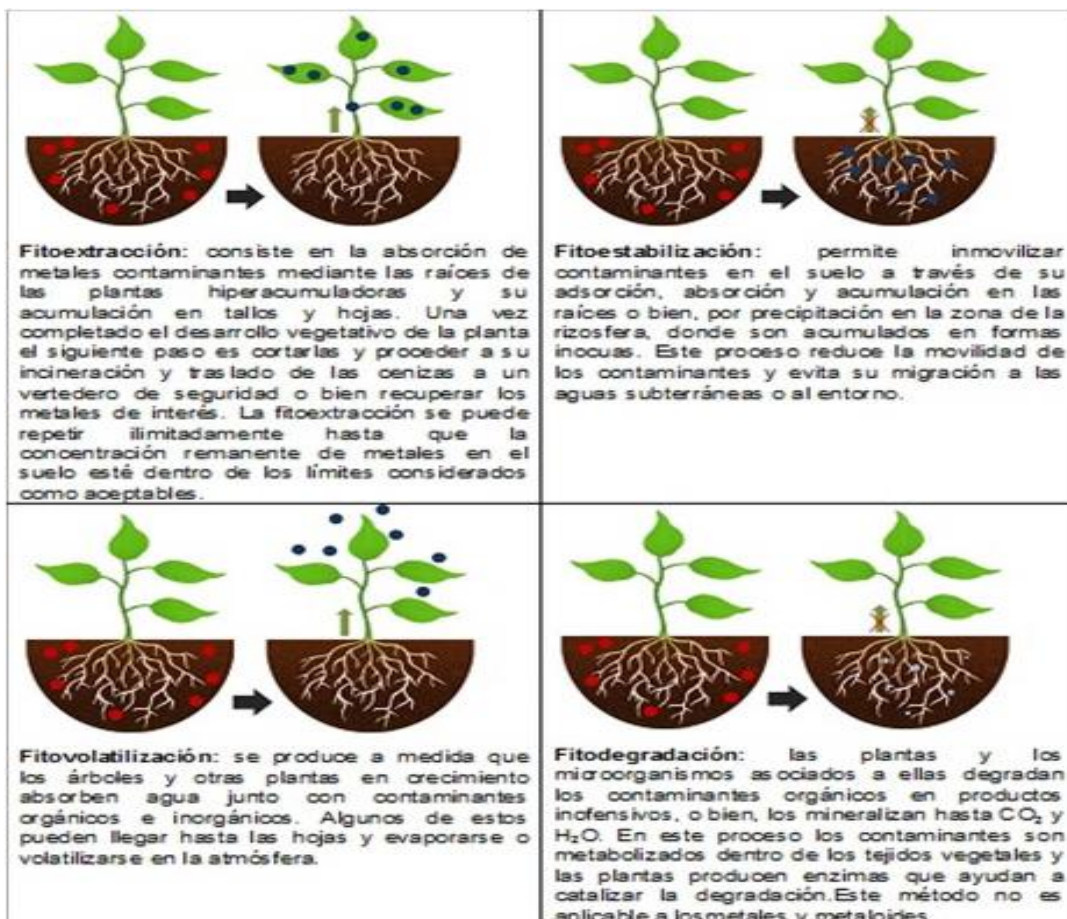


Figura 4. Formas de acción de la fitorremediación.



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



Según los trabajos de investigación consultados, se identifican varias especies que pueden ser empleadas en fitorremediación ya que demuestran un desempeño fisiológico y ambiental acorde a los resultados esperados en esta práctica.

Algunas especies adaptadas a nuestra zona a considerar en esta estrategia de fitorremediación pueden ser: *Medicago sativa* (alfalfa), *Brassica carinata* (colza), *Rumex acetosa* (acedera), *Atriplex* sp. (*atriplex*), *Helianthus annuus* (girasol) y *Amaranthus* sp. (amaranto). También podemos mencionar a *Bidens pilosa* (amor seco) y *Tagetes minuta* (chinchilla); ambas especies consideradas plagas en nuestra zona y por ello se debería tener cierta precaución al emplearlas con el objetivo de fitorremediar suelos.

## MATERIAL Y MÉTODO

En primer lugar se identificaron los principales problemas de contaminación que alteran los suelos de nuestra región, con una visión de desarrollo sostenible y gestión ambiental se consideró a la fitorremediación como una alternativa para ser estudiada, este trabajo consistió en la búsqueda y recopilación de antecedentes y aplicaciones de trabajos realizados por diferentes grupos de investigación a nivel mundial.

Finalmente, se desarrolló el análisis, la discusión y la elaboración de la conclusión pertinente.

## DISCUSIÓN

Últimamente se han desarrollado técnicas que permiten remediar la contaminación del ambiente a través del uso de plantas y sus organismos relacionados. El objetivo de la fitorremediación es la eliminación de metales tóxicos y contaminantes orgánicos (en suelo, aire, agua y sedimentos) que afectan a los seres vivos. Sin embargo, es necesario seguir investigando con el fin de transmitir a la sociedad de manera clara la importancia de esta herramienta, contribuyendo así en el mediano a largo plazo a recuperar suelos contaminados.

Hasta ahora, la mayoría de los trabajos relacionados con la fitorremediación se han llevado a cabo a escala de laboratorio, con plantas cultivadas en condiciones ideales. Es fundamental realizar las gestiones necesarias para aplicar este conocimiento en casos reales que permitan demostrar la eficiencia de esta técnica.

## CONCLUSIÓN

Por lo anteriormente expuesto, consideramos válida la hipótesis planteada.

La fitorremediación es una tecnología considerablemente menos costosa que otras tecnologías de remediación. Requiere que el sitio sea evaluado y se escojan las especies vegetales más adecuadas. Existe un consenso que en el futuro se requerirá un manejo agronómico más sofisticado de los suelos. Las mejores prácticas de manejo (MPM) no deberían ser específicas para regiones, sino diseñadas para campos específicos. La fitorremediación tendrá un papel principal en la recuperación de tierras afectadas por contaminación difusa y puntual con metales pesados.

## BIBLIOGRAFÍA

<https://inta.gob.ar/noticias/el-suelo-sano-es-la-base-para-una-produccion-sustentable>





# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



<https://images.app.goo.gl/1SNsnyoCpNCMh39eA>

<http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/proced.htm>

[https://www.infoagro.com/abonos/contaminacion\\_suelos\\_metal\\_pesados.htm](https://www.infoagro.com/abonos/contaminacion_suelos_metal_pesados.htm)

<https://www.agenciacyta.org.ar/2011/11/detectan-metales-pesados-en-granos-de-trigo-en-la-provincia-argentina-de-cordoba/>

<http://www.protectora.org.ar/notas/alimentos-que-consumimos/cordoba-advierten-que-ya-hay-plomo-en-cultivos-2/12334/>

<https://biotecnologias.tumblr.com/post/137841824687/la-fitorremediacion-plantas-para-tratar-la>

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-04622011000200002#:~:text=La%20fitorremediacion%20aprovecha%20la%20capacidad,y%20compuestos%20derivados%20del%20petr%C3%B3leo](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200002#:~:text=La%20fitorremediacion%20aprovecha%20la%20capacidad,y%20compuestos%20derivados%20del%20petr%C3%B3leo)

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000200177&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000200177&script=sci_arttext)

<https://es.slideshare.net/mobile/raulcc1950/catalogo-de-plantas-fitorremedadoras-54414974>

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152823/Evaluacion-de-fitorremediacion-de-suelos-contaminados-con-plomo-mediante-el-cultivo-de-Atriplex-halimus-L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://www.producciones.extension.unc.edu.ar/summaries/ATA-2004-Cedolini.html>

<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/12720>

<https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/advierten-que-ya-hay-plomo-cultivos>

<https://faircompanies.com/articles/biorremediacion-10-metodos-de-recuperacion-ecologica/>

<https://www.lifeder.com/biorremediacion/>

[https://m.facebook.com/story.php?story\\_fbid=10222617937859116&id=1292390213&sfnsn=scwspwa&xtid=xgPxzImXzofVD&J&d=w&vh=i](https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=10222617937859116&id=1292390213&sfnsn=scwspwa&xtid=xgPxzImXzofVD&J&d=w&vh=i)

[https://m.facebook.com/story.php?story\\_fbid=10222617937859116&id=1292390213&sfnsn=scwspwa&xtid=xgPxzImXzofVD&J&d=w&vh=i](https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=10222617937859116&id=1292390213&sfnsn=scwspwa&xtid=xgPxzImXzofVD&J&d=w&vh=i)

<http://secretariadeambienteycambioclimatico.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2018/04/Diagn%C3%B3stico-Ambiental-de-la-Provincia-de-C%C3%B3rdoba-2017.pdf>

<https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/comprueban-que-el-norte-de-cordoba-esta-contaminado-con-plomo>

[http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/907/pdf\\_96](http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/907/pdf_96)

<https://www.lanacion.com.ar/lifestyle/vetiver-hierba-multifacetica-capaz-protger-suelos-purificar-nid2324885>

<https://sites.google.com/site/biorremediacionsguaduaergon/tipos-de-biorremediacion>



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



[https://www.tripadvisor.com.ar/Hotel\\_Review-g312768-d2720371-Reviews-Posta\\_del\\_Norte-Cordoba\\_Province\\_of\\_Cordoba\\_Central\\_Argentina.html](https://www.tripadvisor.com.ar/Hotel_Review-g312768-d2720371-Reviews-Posta_del_Norte-Cordoba_Province_of_Cordoba_Central_Argentina.html)

<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>

<https://www.slideshare.net/danicobo88/plantas-utilizadas-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales>

<https://www.google.com/imgres>

[https://www.ecoportal.net/temas-especiales/contaminacion/las\\_rutas\\_silenciosas\\_del\\_plomo\\_en\\_el\\_norte\\_cordobes/](https://www.ecoportal.net/temas-especiales/contaminacion/las_rutas_silenciosas_del_plomo_en_el_norte_cordobes/)

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992011000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000400008)

<https://www.ecoportal.net/temas-especiales/fitorremediacion-plantas-para-purificar-el-agua-el-suelo-o-el-aire/>