



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“FITOEXTRACCIÓN DE CADMIO DE UN SUELO
CONTAMINADO UTILIZANDO LA ADELFA (*Nerium oleander*) Y
LA OLIVARDA (*Dittrichia viscosa*) EN CONDICIONES DE
INVERNADERO”**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de:
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Ashly Evelin Galindo Edquén (0000-0002-7046-6258)

Asesor:

Edgar Avelino Marcelino Tarmeño (0000-0003-0301-0629)

Lima – Perú

2018



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°156-2022-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 24 de octubre de 2022

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **"FITOEXTRACCIÓN DE CADMIO DE UN SUELO CONTAMINADO UTILIZANDO LA ADELFA (Nerium oleander) Y LA OLIVARDA (Dittrichia viscosa) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**, presentado por:

- **ASHLY EVELIN GALINDO EDQUÉN**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

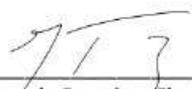
Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **"FITOEXTRACCIÓN DE CADMIO DE UN SUELO CONTAMINADO UTILIZANDO LA ADELFA (Nerium oleander) Y LA OLIVARDA (Dittrichia viscosa) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**, con N° de registro de la carrera: **0129-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **EDGAR MARCELINO TARMEÑO** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Dr. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

T// (51) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

**FITOEXTRACCIÓN DE CADMIO DE UN SUELO CONTAMINADO
UTILIZANDO LA ADELFA (*Nerium oleander*) Y LA OLIVARDA (*Dittrichia
viscosa*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

Ashly Evelin Galindo Edquén

¹Universidad Científica del Sur (UCSUR). Facultad de Ciencias Ambientales.

Departamento de Lima-Perú. Email: ashlygalindo.97@gmail.com

ABSTRACT

Phytoremediation is a technique used to remedy the soil that involves certain plants or microorganisms that can degrade, stabilize, remove, extract contaminants from the soil, among others, therefore, heavy metals such as cadmium is very resistant to corrosion, which has no biological function, since this metal is very toxic to plants as well as to animals, phytoextraction is a technique that consists in absorbing the heavy metals found in the soil through the roots and transporting them to the plants. parts of the leaves of plants, there are plants that remove heavy metal such as oleander and olive grove, however the olive grove is a perennial plant that belongs to the Asteraceae family, since, this plant is known as: Mosquera, Olivarda, Pulguera Valenciana, among others, is also very sticky, has a smell of resin, and finally is the oleander that is a plant that is known as flower laurel, baladre, trinitaria, among others, this plant belongs to the Apocynaceae family that originates in Europe and Asia. The flowers of the oleander mean seduction, since it has an aromatic or penetrating fragrance and has striking colors.

Key words: phytoremediation, phytoextraction, oleander, olive grove, cadmium.

RESUMEN

La fitorremediación es una técnica que sirve para remediar el suelo que involucra ciertas plantas o microorganismo que pueden degradar, estabilizar, remover, extraer los contaminantes del suelo, entre otros ,por lo tanto, los metales pesados como el cadmio es muy resistente a la corrosión, que no tiene función biológica, ya que este metal es muy tóxico para las plantas como también para los animales, la fitoextracción es una técnica que consiste en absorber los metales pesados que se encuentra en el suelo mediante las raíces y se va transportando hasta las partes de las hojas de las plantas, existe plantas que eliminan el metal pesado como la adelfa y la olivarda, por ello la olivarda es una planta perenne que pertenece a la familia Asteráceas, ya que, esta planta es conocida como: Mosquera, Olivarda, Pulguera Valenciana, entre otras, además es muy pegajosa, tiene olor a resina, y por último se encuentra la adelfa que es una planta que es conocida como laurel de flor, baladre, trinitaria, entre otros, esta planta pertenece a la familia Apocynaceae que se origina en Europa y en Asia. Las flores de la adelfa significan seducción, ya que posee una fragancia aromática o penetrante y tiene colores llamativos.

Palabras claves: fitorremediación, fitoextracción, adelfa, olivarda, cadmio

1.- Revisión Teórica

1.1.- Fitorremediación

La fitorremediación es una alternativa o una solución en el cual sirve para remediar que involucra ciertas plantas o microorganismo que pueden degradar, estabilizar, remover, extraer los contaminantes del suelo, sedimentos, agua, como los metales pesados, hidrocarburos, fertilizantes, entre otros (Lombi *et al.*,2001). Sin embargo la fitorremediación proviene a partir del Phyto que significa “planta” y remedium significa “recuperar el equilibrio”. Además, la fitorremediación es una de las tecnologías o técnicas que reduce la concentración de los metales pesados a través de las plantas como también los microorganismos (Barbare, 2018). Por ello la fitorremediación tiene seis tecnologías o métodos que son: la rizofiltración, la fitoestabilización, la fitoinmovilización, la fitodegradación, la fitoextracción y la fitovolatilización.

1.1.1.-Tipos de fitorremediación

1.1.1.2.- La rizofiltración

Es una técnica que descontamina el agua ya sea subterránea, superficial, donde el tipo de planta absorbe los metales pesados, ya que al absorber los metales pesados lo acumulan en la parte de la raíz (Dushenkov, 2003). En este caso la rizofiltración es una opción en el cual presenta un beneficio de costos y beneficios, esta técnica las plantas solamente se cultivan de forma hidropónica, ya que su sistema radicular está bien desarrollado.

1.1.1.3.- La fitoestabilización

Es una técnica, donde inmoviliza el suelo los contaminantes a través de su absorción como también la acumulación en la raíces, esta técnica reduce la movilidad de los contaminantes y evita que llegue a las aguas subterráneas, superficiales o en el aire, sin embargo la fitoestabilización se aplica principalmente en zonas de grandes (Barton *et al.*, 2005). Sin embargo, solamente se puede aplicar en suelos contaminados por metaloides, metales, entre otros, además esta técnica tiene como objetivo concentrar cierta cantidad de metales pesados en la parte de la raíz de las plantas, tratando de reducir la movilidad de los contaminantes y tratando de prevenir el transporte de los contaminantes pesados (Morikawa, H, 2003).

1.1.1.4.- Fitoinmovilización

Es una técnica en el cual inmoviliza y reduce los metales pesados mediante la disponibilidad de estos contaminantes, por lo tanto, la fitoinmovilización reduce estos contaminante mediante la producción de los compuestos químicos en la parte inferior del suelo y de la raíz y esto hace que llegue a las aguas subterráneas, además, esta técnica tiene un proceso de absorción, adsorción o precipitación (Barton et al., 2005 Mendez y Maier, 2008).

1.1.1.5.- Fitodegradación

Es un proceso que se utilizan plantas como también microorganismos que degradan los metales pesados, ya que tiene la capacidad de producir enzimas que degradan los contaminantes orgánicos del suelo, además, también es conocida como la fitoextracción (Rivilla,2005). Sin embargo, esta técnica de la fitodegradación tiene como objetivo destruir los contaminantes como los hidrocarburos, metales, agroquímicos, entre otros, mediante la absorción, translocación y por último el metabolismo de la planta, además, cuando ingresan los contaminantes a los tejidos de la planta ocurre un proceso de degradación (Marínez, 2005).

1.1.1.6.- Fitovolatilización

Es una técnica que consiste en la absorción, en el metabolismo y en la transpiración de las plantas al absorber los metales pesados, esta técnica solamente se aplica en la descontaminación de suelos contaminados (Rivilla, 2005). Sin embargo, la fitovolatilización consiste en liberar los iones metálicos y los contaminantes orgánicos a través de la absorción que hace la planta para poder eliminar los metales pesados que se encuentra en el suelo mediante la absorción, translocación y por último a través del metabolismo de la planta, por lo tanto, esta técnica tiene un mecanismo cuando el contaminante ingresa a la planta libera hacia la atmósfera a través de las estomas (Kramer, 2005).

1.1.1.7.- Fitoextracción

La fitoextracción es una técnica que consiste en la absorción de metales pesados que se encuentra en el suelo mediante las raíces y se va transportando hasta las partes de las hojas de las plantas, también se acumulan en la parte del tallo, ya que esta técnica permite eliminar los contaminantes (Kumar et al., 1995). Además, esta técnica solamente se utiliza el uso de plantas que son capaces de acumular en las partes aéreas para poder eliminar los contaminantes pesados como metales, fenoles, entre otros que se encuentra mayormente en el suelo.

2.- Cadmio

El cadmio es un metal que es resistente a la corrosión, que no tiene función biológica, ya que este metal es muy tóxico para las plantas como también para los animales, el cadmio posee unas propiedades químicas como también físicas ya que son casi similares a los del Zinc (Norberg, 2001). El cadmio también se le puede encontrar en el suelo a través de las actividades humanas como también la quema de combustibles fósiles, por ello, el cadmio tiene biodisponibilidad que generalmente es muy alta en comparación con otros metales (Volke et al, 2005). Además, este metal se puede acumular en la parte horizontal de la superficie del suelo, por lo tanto, puede llegar hasta la capa freática, además, cuando el pH es bajo aumenta la asimilación del Cadmio en el suelo por las planta, sin embargo, este metal va ser el responsable de arreglar la composición de las poblaciones microbianas que se encuentran en el suelo, por lo tanto, el cadmio hace que reduzca la descomposición de la materia orgánica (Rábago, 2011).

3.- Metales pesados

Los metales pesados generalmente son componentes que se encuentran de forma natural como los minerales, sales entre otros. Sin embargo, este metal no es destruido fácilmente ni degradado, ya que tiene una forma natural o biológica, además existen varios tipos de metales pesados como: cadmio, plomo, arsénico, cobalto, cromo, entre otros (González, 2005).

Por ello, los metales pesados tienen características comunes que son: la persistencia, la bioacumulación, la biotransformación y también una elevada toxicidad, en el cual se

encuentran en los ecosistemas de periodos largos, ya que posee una degradación difícil (Rodríguez, 2017).

4.- Tipos de especies

4.1.- Adelfa (*Nerium oleander*)

La adelfa es una planta que es conocida como laurel de flor, baladre, trinitaria, entre otros, sin embargo, esta planta pertenece a la familia Apocynaceae, además, la adelfa se le puede encontrar en poblaciones silvestres desde 1200 m s.n.m, sus flores de la adelfa significa seducción, ya sea por su fragancia aromática o penetrante tiene colores llamativos, además, es un arbusto alto que mide de 2 a 6 m de altura, es poco ramificado. La adelfa es originada en Europa y en Asia, sin embargo, esta planta se extendido como una planta ornamental como Indochina, Norte de África y en otras áreas subtropicales de América, la adelfa es una planta de clima cálido que también soporta heladas, sin embargo, la adelfa es una planta venenosa que trae consecuencias al momento de ingerir como riesgo de ingestión especialmente a los niños por ser vulnerables al momento de masticar las hojas, tallos, en este momento se encuentra en desuso (Cabrera, 2008).

4.2.- Olivarda (*Dittrichia viscosa*)

La olivarda es una planta perenne que pertenece a la familia Asteráceas, ya que esta planta es conocida como: Mosquera, Olivarda, Pulguera Valenciana, entre otras, además, es viscosa o pegajosa, tiene olor a resina, su tallo mide de 40 a 120 centímetros de altura, sin embargo, la olivarda presenta unas hojas lanceoladas y muy pequeñas al igual que sus flores, ya que a partir de setiembre florece de color amarillo. La olivarda es una planta nativa del Mediterráneo, que se encuentra mayormente en Europa Central, por lo tanto, esta planta es apreciada por sus propiedades medicinales, sino también por su aprovechamiento para recuperar el suelo erosionado y pobre, ya que es una planta que lucha contra los insectos. La olivarda también crece al borde de la carretera, caminos, entre otros (Castelló, 2008).

5.- El suelo

El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre en el cual es capaz de aportar nutrientes para el crecimiento de los vegetales, además, el suelo es un componente de la naturaleza, ya que se extiende de forma superficial y de profundidad, además el suelo presenta varias capas llamadas horizontes, estos horizontes tienen diferentes propiedades físicas como también químicas, estos conjuntos de horizontes son también llamado perfil (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA, 2015).

Por lo tanto, el perfil del suelo se divide en seis horizontes, por ejemplo, el Horizonte O podemos encontrar hoja, ramas, materia orgánica descompuesta, entre otros. Luego, se encuentra el Horizonte A es donde el suelo superficial contiene humus, raíces, organismos vivos, entre otros, luego se encuentra el Horizonte E en este caso el suelo presenta una lixiviación de minerales, arcillas, como también acumulación de partículas de arena y limo, luego está el Horizonte B, este horizonte es la parte del subsuelo que es una zona que acumula la arcilla, óxidos de hierro como también de aluminio, luego está el Horizonte C presenta la acumulación de sílice, carbonatos y yeso y por último está el Horizonte R quiere decir, que esta capa está compuesta por rocas y es difícil de triturar (INIA, 2015).

5.1.- Estructura del suelo

La estructura de suelo es cuando las partículas están agrupan individualmente de arena, limo y arcilla, sin embargo, cuando las partículas individuales se agrupan tienen un aspecto de partículas mayores que se le llama agregados, además la estructura del suelo también se le puede describir como el grado que en este caso viene ser el grado de segregación, como clase en este caso es el tamaño medio y por último es el tipo de agregado en este caso viene ser la forma, sin embargo, es mejor reconocer la estructura cuando está seco (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

5.2.- Textura del suelo

La textura del suelo es una proporción de partículas que deben ser menor de dos milímetros de diámetro, ya sea en la arena, en la arcilla y en el limo, sin embargo, en la textura del suelo existen partículas gruesas que es mayor de dos milímetros (Gisbert, 2010). Además, la textura del suelo debe tener una facilidad que se puede trabajar con el suelo, ya que, depende de la cantidad de agua, el aire y la velocidad del agua que ingresa al suelo, además, la textura del suelo indicará el contenido de partículas como la arena, la arcilla y el limo, por lo tanto, la textura del suelo también tiene otras propiedades como la porosidad, la densidad aparente, entre otros (Lacasta et al, 2005). Sin embargo, la textura de un suelo es una propiedad en el cual se complementan directamente con los procesos de degradación y de producción (White, 2005).

5.3.- pH del suelo

El pH es un potencial de hidrogeno, ya que, es importante para el suelo, sin embargo, el efecto de la acidez o alcalinidad no afecta directamente a la producción de la planta, si no tiene un efecto indirecto, además el pH de una solución es una medida de la actividad del ion hidrógeno, sin embargo, existe tres tipos de pH, uno de ellos es la acidez que tiene un pH menor que siete, luego está el pH neutro que es igual a 7 y por último está el pH alcalino o básico que es mayor que siete, además, cuando los iones aumenta de la solución el pH disminuye y cuando la concentración de los iones aumenta el pH de la solución aumenta (Gonzales, 2011).

5.4.- Calidad del suelo

La calidad del suelo es muy importante, porque cuando un suelo es fértil y es un suelo sano tiene una buena estructura, por lo tanto, esto hace que las plantas proveen nutrientes, que es esencial para que tenga un buen crecimiento y un buen desarrollo, ya que las características que posee el suelo en este caso físicas tiene una estructura que permite que el agua como también el oxígeno lleguen a las raíces de las plantas (Stivers, 2017).

6.- Contaminación del suelo

La acumulación de los metales pesados en el suelo afecta a los cultivos, plantas, sin embargo, cuando ya es extremo la concentración del metal provoca la contaminación en aguas subterráneas también superficiales ya sea por escorrentía o lixiviación. También existe plantas que asimilan los metales pesados como el cadmio, el cobre, el plomo, el zinc y el níquel, ya que es una amenaza al medio ambiente como también a la salud, esto se debe por la toxicidad y potencial que tienen estos metales pesados (Galán y Romero, 2008).

Además, los metales pesados tienen características comunes que son la persistencia, la bioacumulación, la biotransformación y también una elevada toxicidad, en el cual se encuentran en los ecosistemas de periodos largos, ya que posee una degradación difícil (Rodríguez, 2017).

Cuando un suelo está contaminado ya sea por metales pesados como el cadmio, el cobre, entre otros sus características del suelo ya sea química, físicas y biológicas se van alterando, ya que las concentraciones van superando la capacidad de amortiguamiento del suelo, ya que, trae consecuencia.

6.1.- Tipos de contaminantes

Existen dos tipos de contaminantes que pueden ser orgánicos e inorgánicos, sin embargo, los contaminantes orgánicos pueden ser los hidrocarburos, dioxinas, herbicidas, insecticidas, entre otros, estos componentes o contaminantes orgánicos son menos tóxicos para las plantas, ya que son menos reactivos y de menor acumulación (Cherian y Oliveira; 2005), además, los contaminantes inorgánicos son los metales pesados como el níquel, cobre, cadmio, plomo, entre otros, estos contaminantes es depende de la toxicidad y también de la concentración (Adriano et al, 2004).

6.2.- Causas de la contaminación

Los contaminantes que llegan al suelo tienen diversas consecuencias ya sea por actividades humanas y naturales, estos contaminantes pueden contaminar la capa superior como también la inferior del suelo, además, la presencia de los contaminantes suele llegar

a través de las actividades de las industrias como el cadmio, plomo, níquel, entre otros. Además, la concentración de los metales pesados se puede encontrar como iones libres, por lo tanto, la acumulación de los metales pesados que se encuentran en el suelo reduce poco a poco por la lixiviación, por la absorción de las plantas, erosión entre otros.

7.- Conclusión

De todos los problemas que hay sobre la contaminación de suelo ya sea por metales pesados, hidrocarburos, entre otros, actualmente existe tecnologías o técnicas que ayuda a remediar y recuperar el suelo, sin embargo una de las técnicas es la fitorremediación, pero dentro de la fitorremediación existe seis técnicas que ayudan a descontaminar el suelo o el agua, sin embargo, una de ellas es la fitoextracción, la fitoextracción es una técnica que se utiliza plantas que tienen la capacidad de acumular los metales pesados, ya que, estas plantas como la adelfa, la olivarda, el girasol, o entre otras plantas tienen la capacidad de absorber, de metabolizar, de acumular o de estabilizar los contaminantes orgánicos como también los inorgánicos. Además, las plantas tienen la capacidad de acumular ya sea en la raíz, tallo o hojas dependiendo del metal pesado y la alta acumulación de puede absorber la planta.

BIBLIOGRAFIA

Adriano, D. C, Wenzel, W. W., Vangronsveld, J., Bolán, N. S. (2004). Role of assisted natural remediation in environmental cleanup. *Geoderma*. 122:121-142.

Barbaren, M. (2018). Utilización de bacterias en la biodegradación de hidrocarburos. Universidad Nacional del Callao.

Barton, C., Marx, D., Adriano, D., Jun-Koo, B., Newman, L., Czapka, S., y Blake, J. (2005). Phytostabilization of a landfill containing coal combustion waste. *Environmental Geosciences*. 12,251-265.

Cabrera, J., García, F., Hernández, G., y López, R. (2008). Producción de la Adelfa *Nerium oleander* L. en Morelos.

Carpena, R. O., y Bernal, M. P. (2007). Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. *Ecosistemas*. 16: 1-3.

Castelló, M., Oncina, V., (2008). *Temps de Sao*.

Cherian, S., y Oliveira, M. (2005). Transgenic plants in phytoremediation: recent advances and new possibilities. *Environmental Science & Technology*. 39: 9377-9390.

Dushenkov, S. (2003). Trends in phytoremediation of radionuclides. *Plant and Soil* 249:1467-175.

Galán, E., y Romero, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. *Revista de la sociedad española de Mineralogía*, 48-60.

García J, Morató J, Bayona J. (2005). *Depuración con sistemas naturales: Humedales construidos*, Barcelona (España), Universidad Politécnica de Cataluña.

García, J., Morató, J & Bayona, J. (2005). *Depuración con sistemas naturales: Humedales construidos*, Barcelona (España). Universidad Politécnica de Cataluña.

Gisbert, J., Ibañez, S., Moreno, H. (2010). *Textura del Suelo*. Universidad Politécnica de Valencia.

Gonzales, C. (2011). *El pH. Monitoreo de Calidad de Agua*.

González, A. (2005). *Recuperación de Suelos Contaminados con Metales Pesados Utilizando Plantas y Microorganismos Rizosféricos* *Terra Latinoamericana* 23(1).

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas.

Kramer, U. (2005), Phytoremediation: novel approaches to cleaning up polluted soils. *Current opinion in biotechnology*, 16:133-141.

Kumar, P., Dushenkov, V., Motto, H & Raskin, I. (1995). Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environmental Science & Technology*. 29,1239-1245.

Lacasta, C., Meco, R., y Maire, N. (2005). Evolución de las producciones y de los parámetros químicos y bioquímicos del suelo, en un agrosistema de cereales sometido a diferentes manejos de suelo durante 21 años. *El reto de la Agricultura y Medio Ambiente, la Energía y la Nueva Política Agraria Común. Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación*, 429-436

Lombi, E., Zhao, F.J., Dunham, S.J., & McGrath. S.P. (2001). Phytoremediation of heavy metals-Contaminated Soils: Natura Hyperaccumulation versus.

Martínez, S., Gallegos, M., Pérez, L., y Gutierrez, M., (2005). Mecanismos de biorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas.

Morikawa, H. y Erkin, O., (2003). Basic processes in phytoremediation and some applications to air pollution control. *Chemosphere*, 52: 1553-1558.

Norberg, G. (2001). Metales: propiedades químicas y toxicidad. *Productos químicos*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Estructura del Suelo*.

Rivilla, H., (2015). El potencial de la fitorremediación como tecnología medioambiental. *Biología, Ciencias Experimentales, Geografía, Geografía Física, Química*.

Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Santiago de Cuba*, 21(12).

Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Santiago de Cuba*, 21(12).

Stivers, L., (2017). *Introducción a los suelos: Calidad de los Suelos*

Volke, T., Velasco, J., & De La Rosa, D. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: Muestreo y alternativas para su remediación. México D. F., México: Instituto nacional de ecología.

White, R. (2005). Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource. Cuarta edición. Oxford: Blackwell. 384 p.