

MEMORIAS SEMANA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

3a Muestra de producciones académicas e investigativas de los programas de
Construcciones Civiles, Ingeniería Ambiental, Arquitectura y Tecnología en
Delineantes de Arquitectura e Ingeniería
12 al 16 de Mayo de 2014

FITORREMEDIACIÓN: Una alternativa para absorber Mercurio en los suelos contaminados por la minería en el Municipio de Segovia, Antioquia.

(Artículo de Revisión)

Por: Juan Esteban Ortiz Arboleda

Oscar Alexander Suárez García

Estudiantes de Ingeniería Ambiental



RESUMEN

Actualmente es evidente el problema que representa la explotación minera en Colombia, especialmente la minería aurífera, donde el exagerado uso y “abuso” del mercurio en el proceso de extracción del oro ha hecho que se “enciendan” alarmas por los impactos que genera sobre el medio ambiente (población, agua, suelo, fauna y flora) el metal pesado.

El Municipio de Segovia ha sido identificado como uno de los lugares más contaminados del país, inclusive en el año 2009 fue considerado una de las regiones más contaminadas del mundo, debido a la proliferación de la minería informal (ilegal) y al uso incontrolado del mercurio en los procesos mineros (UNO, 2009)

INTRODUCCIÓN

La necesidad de buscar alternativas para dar soluciones parciales o totales a los daños ocasionados por la minería de la región son urgentes, para este caso, los daños a los que han sido sometidos los suelos producto de la explotación de oro a cielo abierto, donde no se tiene una relación racional entre recursos naturales y actividades de explotación del mineral. Todo esto aumenta los problemas de contaminación ambiental; problemas que deben ser atendidos con suma urgencia, debido a la naturaleza acumulativa y mutagénica del mercurio.

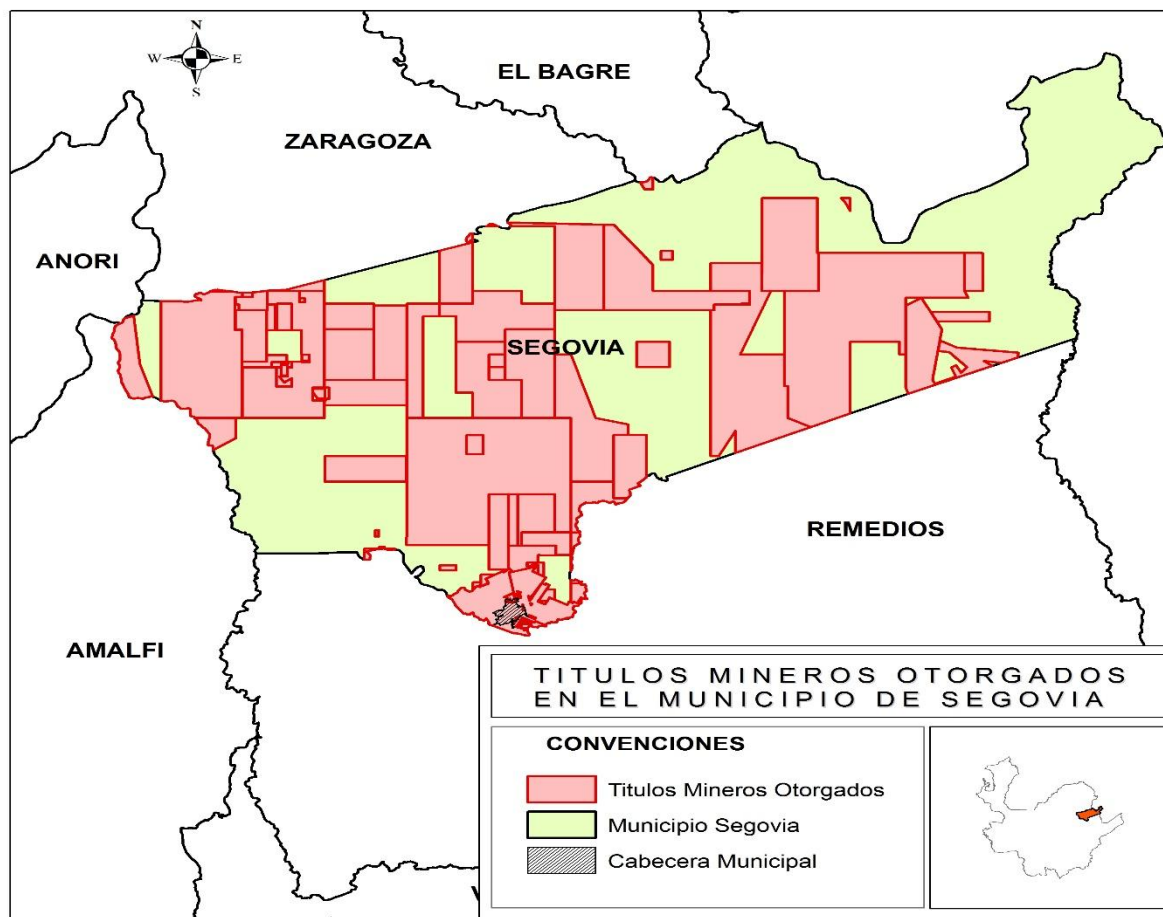
Es por todo lo anterior entonces que la Fitorremediación se presenta como una solución parcial in-situ, de bajo costo y de fácil implementación gracias a la disponibilidad de plantas “fitorremediadoras” en la región.

OBJETIVO GENERAL.

Analizar diferentes experiencias de aplicación de la Fitorremediación para descontaminar suelos afectados por mercurio, y para proponer esta como técnica de descontaminación en los suelos contaminados del Municipio de Segovia.

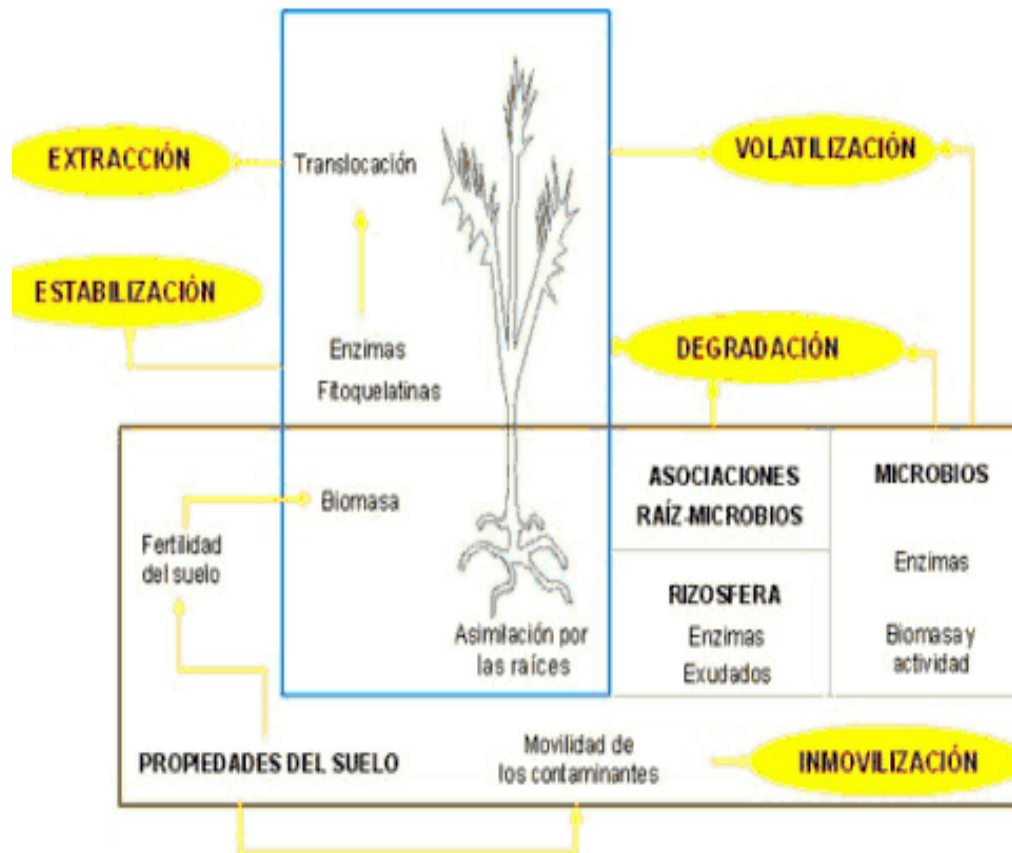


Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 2 - No 1-2014 Publicación Semestral



Diagnóstico

FITORREMEDIACIÓN



Marco Teórico

Fitorremediación

Tipo	Proceso Involucrado
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a napas subterráneas o al aire.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.

De los diferentes tipos de Fitorremediación sólo cuatro son relevantes para la asimilación de metales pesados: Fitoextracción, fitoestabilización, rizofiltración y fitovolatilización (Henry, 2000)

Marco Teórico

EXPERIENCIAS CON RESULTADOS MÁS RELEVANTES

**Remediación de suelos contaminados con mercurio
utilizando guarumo (*Cecropia peltata*) - UdeSucre**

Tipo de suelo	pH	% de m. orgánica	Concentración HgT (ng/g)
Suelo menos contaminado	4.51	3.22	3132,5
Suelo más contaminado	3.71	1.03	6907.8

Hg T (ng/g) en diferentes partes de la planta **usando** ácido cítrico como agente quelante

		Raíz	Tallos	Hojas
Suelo altamente contaminado	Mes 1	1954,4 +/- 424.6	267,1 +/- 21	553,2 +/- 97.2
	Mes 2	1975,9 +/- 698.4	450,8 +/- 106.1	599,9 +/- 81.7
	Mes 3	2225,2 +/- 67.4	160,8 +/- 18.9	258,0 +/- 50.4
	Mes 4	5241,3 +/- 982.3	168,0 +/- 74.2	206,4 +/- 39.7
Promedio		2849,2	261,7	404,4
Suelo medianamente contaminado	Mes 1	714,9 +/- 121	242,6 +/- 27.1	248,4 +/- 105.4
	Mes 2	1234,6 +/- 181.6	393,3 +/- 74.82	601,6 +/- 135.6
	Mes 3	2006,8 +/- 242	150,9 +/- 8	223.9 +/- 36.3
	Mes 4	2257.1 +/- 654.9	76.2 +/- 7.4	129.9 +/- 23.4
Promedio		1318,8	236,5	358

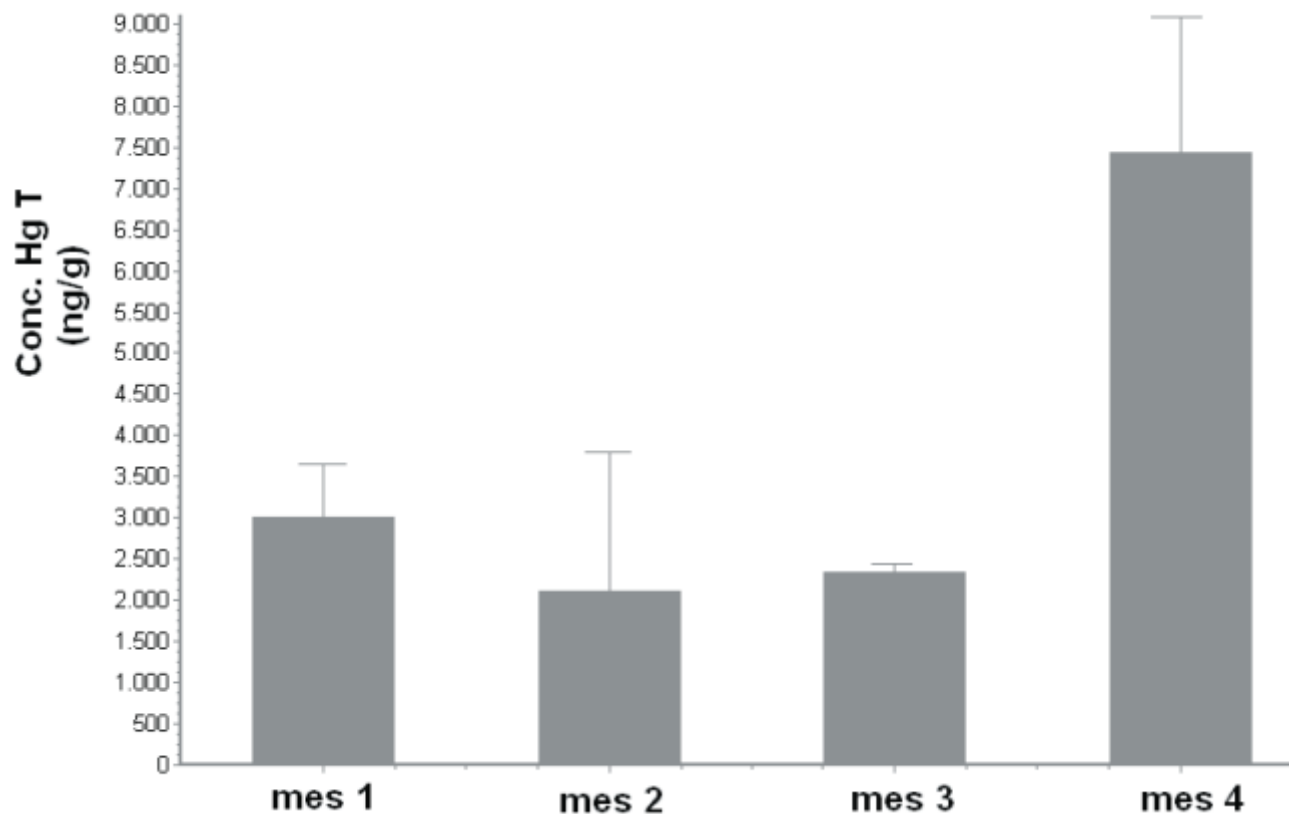
Desarrollo y resultados

Hg T (ng/g) en diferentes partes de la planta **sin** emplear ácido cítrico como agente quelante

		Raíz	Tallos	Hojas
Suelo altamente contaminado	Mes 1	2996,6 +/- 310,9	253,7+/-17,5	402,1 +/- 91
	Mes 2	2110,9 +/- 793,6	240,03 +/- 52,3	526,59 +/-85,9
	Mes 3	2328 +/- 55,6	145,5 +/-27,1	260,8 +/- 46,7
	Mes 4	7422,3 +/- 957.6	68,5 +/- 6	128,3 +/- 28,1
promedio		3714,5	176,9	329,5
Suelo medianamente contaminado	Mes 1	1713,9 +/- 724	221,18 +/- 19,28	281,4 +/- 119,5
	Mes 2	2865,2 +/- 493,9	369,1 +/- 79,81	492,3 +/-66,09
	Mes 3	1478,9 +/- 319,7	242,3 +/-75,4	287,8+/-101,7
	Mes 4	1747, 8+/- 441,7	159 +/- 67.2	154,7 +/- 52.6
promedio		2019,3	262,3	304,1

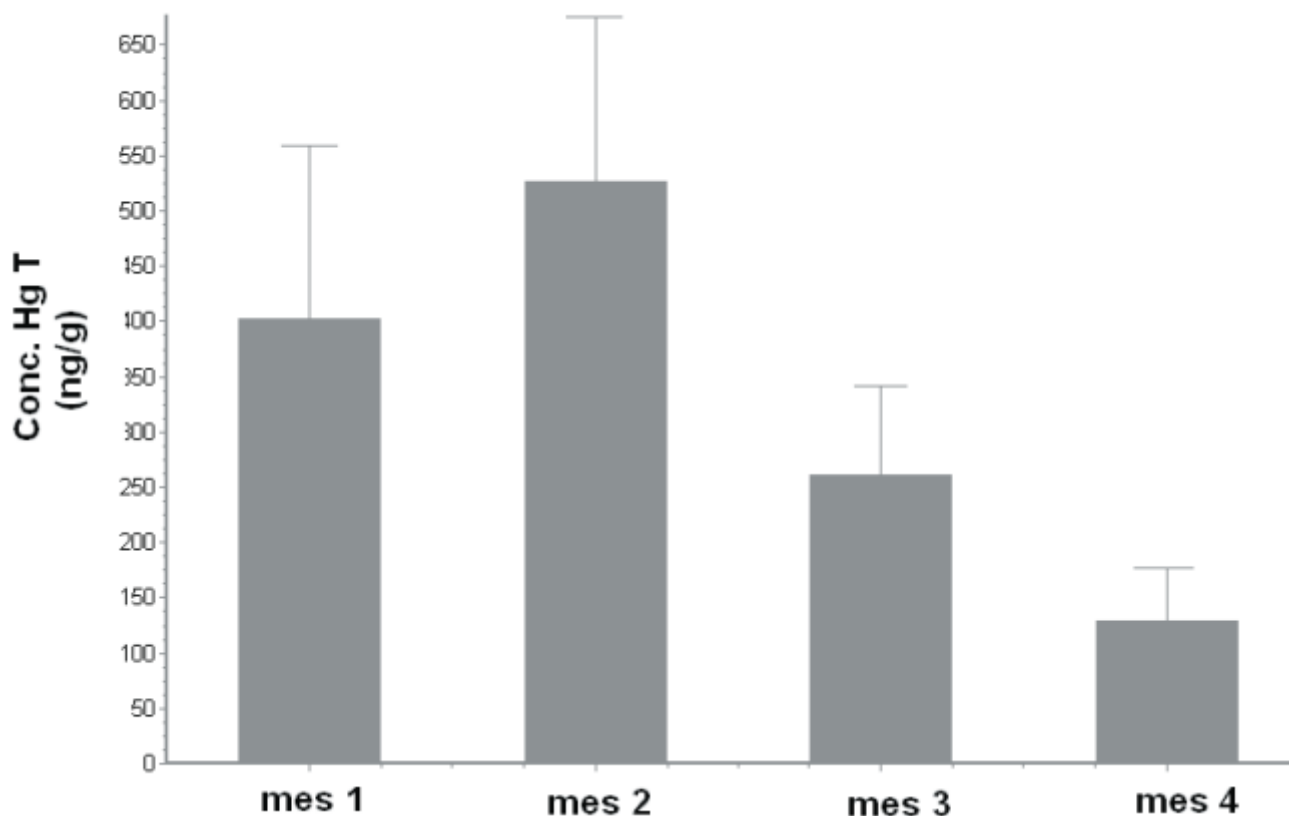
Desarrollo y resultados

Cinética de acumulación en raíces



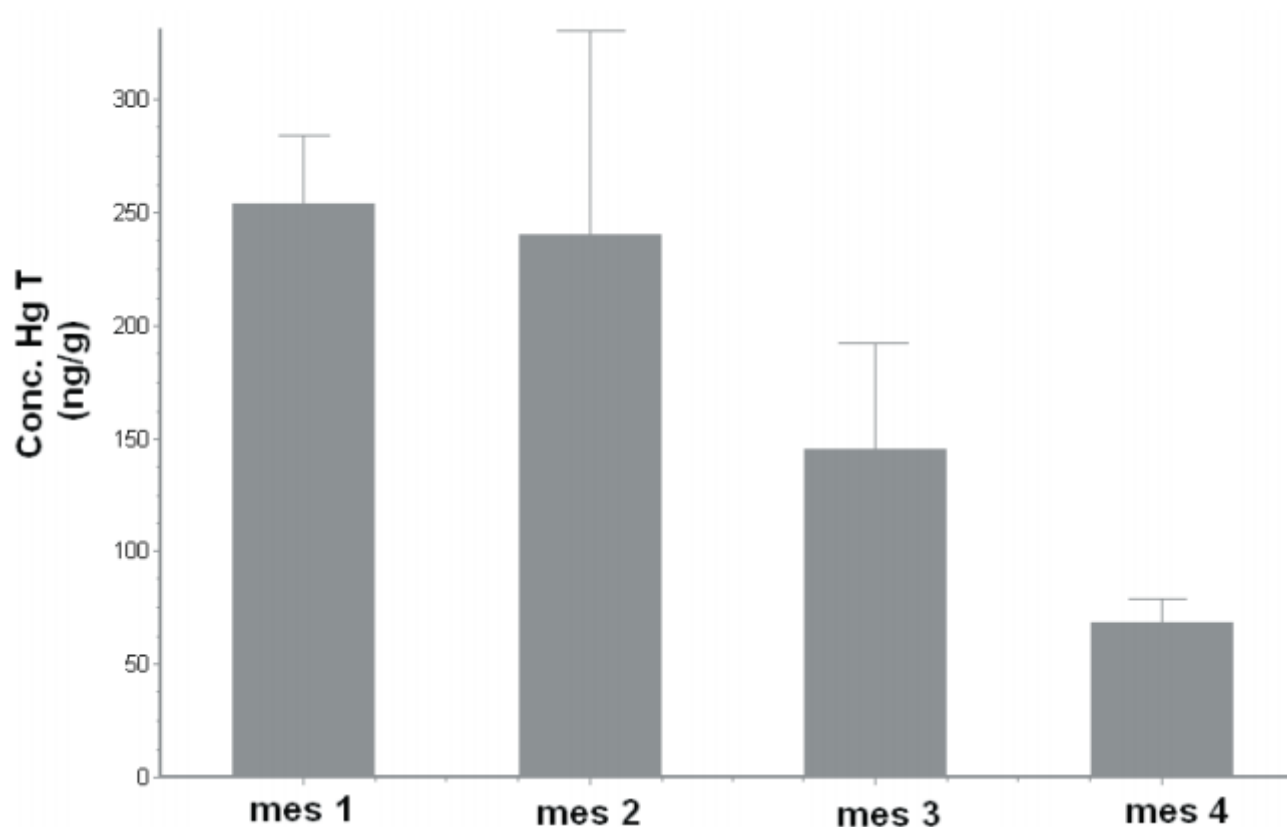
Desarrollo y resultados

Cinética de acumulación en hojas



Desarrollo y resultados

Cinética de acumulación en tallos



Desarrollo y resultados

Capacidad remediadora de Hg T de *Cecropia Peltata*

Aplicación de quelante	Tiempo	Tipo de suelo	
	Mes	Más contaminado (ng/g Hg T)	Menos contaminado (ng/g Hg T)
Con ácido cítrico	0	6907,8 +/- 82.1	4247,6 +/- 21.1
	4	5095,4 +/-782.9	3177,4 +/- 187.5
Tasa de remediación		26,2%	25,2%
Sin ácido cítrico	0	6907,8 +/- 82.1	4247,6 +/- 21.1
	4	4624,3 +/-1071.5	3579,0 +/-358.6
Tasa de remediación		33,1%	15,7%

Desarrollo y resultados

DISTRITO MINERO DE ALMADÉN, ESPAÑA

Respecto a las especies silvestres estudiadas en otras zonas mineras, la capacidad de acumulación de Hg de ***Rumex induratus*** y ***Marrubium vulgare*** se califican como plantas para revegetación y/o fitoestabilización en cuanto al tratamiento de suelos contaminados por mercurio en la minería aurífera. Cabe resaltar que ninguna especie se comporta como acumuladora. *Rumex Induratus*, por sus características como colonizadora, podría ser utilizada no solo en revegetación de suelos, si no también, en zonas de taludes, escombreras, etc. Otras especies como *Pistacia lentiscus*, *Tamarix gallica* y *Rosmarinus officinalis* también podrían utilizarse en fitoestabilización de suelos contaminados por Hg, por su resistencia, y su capacidad de retención de dicho elemento en la raíz (R. Millán).

CONCLUSIONES

La *Cecropia peltata* es una especie que acumula una cantidad considerable de Hg en sus tejidos, y la raíz es la parte de la planta que presenta mayor concentración de Hg T, seguida de las hojas y finalmente tallos. La capacidad de acumulación en las raíces está relacionada con el mayor grado de contaminación de los suelos y esta se va incrementando a través del tiempo de crecimiento del guarumo, en virtud a la mayor cantidad de contaminante que es retenido en su epidermis como defensa a los efectos tóxicos adversos que puede generar el mercurio en las partes superiores de la planta.

Las tasas de remoción de HgT en suelo estuvieron entre 15.7% y 33.7 %, en cuatro meses de crecimiento de la planta, lo que implica que esta especie tiene una significativa capacidad para ser empleada en fitorremediación de suelos contaminados considerados en este estudio. Al igual que en la acumulación del contaminante en tejidos, las variables de mayor influencia en las tasas de remoción del suelo son el tiempo de tratamiento y el grado de contaminación del suelo; también cabe destacar que el ácido cítrico no contribuye a una mayor acumulación en tejidos ni remoción de Hg del suelo contaminado.



Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 2 - No 1-2014 Publicación Semestral

GRACIAS



Bibliografía

- Rehabilitación de suelos contaminados con mercurio: estrategias aplicables en el área de Almadén. R. Millán, R.O. Carpena, T. Schmid, M.J. Sierra, E. Moreno, J. Peñalosa, R. Gamarra, E. Esteban. *Revista Ecosistemas Vol. 16(2) 2007*
- Estudio de las principales técnicas de remediación de efluentes líquidos contaminados por drenajes ácidos de minas de oro en Colombia. Luz mery Posada Otalora. Universidad Industrial de Santander.
- Problemática ambiental ocasionada por el mercurio proveniente de la minería aurífera tradicional, en el corregimiento de Providencia, Antioquia. Machado, Luis Gregorio Ospina, Jorge Hernan Henao, Nathalia Andrea Marín, Fabian Dario.



Bibliografía

- Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales *Lemna minor* (lenteja de agua), y *Eichornia crassipes* (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera. Mariuxi del Cisne Jaramillo Jumbo, Edison Dario Flores Campoverde.
- Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los recursos minerales (resumen de tesis doctoral / 2003). Cárdenas, Mauricio Reina, Mauricio. B - Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Contaminación con mercurio por la actividad minera. Santiago Español Cano, Fundación almaden “Francisco Javier de Villegas” Almaden (Ciudad real), España. *Biomédica Versión impresa ISSN 0120—4157, Vol. 32 No. 3 Bogotá 2012*



Bibliografía

- Impacto del Mercurio sobre la salud humana y el ambiente. Maritza Gaioli, Diego Amoedo, Daniel Gonzalez. *Archivos argentinos de pediatría versión impresa ISSN 0325-0075, Vol. 110 No. 3 Buenos Aires.*
- Remediación de suelos contaminados con mercurio utilizando guarumo (*Cecropia peltata*). Jhon Victor Vidal Durango, Jose Luis Marrugo Negrete, Beatriz Jaramillo Colorado, Libia Maria Perez Castro. *Diario; Ingenieria y Desarrollo, Editorial Universidad del Norte 2010, Edición 27 páginas, 113-129.*
- Estrategias para la remediación de suelos contaminados. Pastor Piñeiro. Jesús Millán, Rocío Hernández, A.J Sierra, M.J. Lobo, M. Carmen. *Editor CSIC fecha de publicación 2009*