

María de los Ángeles Tello ^a

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores
aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

*Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 2 núm.,
especial, mayo, ISSN: 2588-073X, 2018, pp. 560-577*

DOI: [10.26820/recimundo/2.esp.2018.560-577](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.esp.2018.560-577)

Editorial Saberes del Conocimiento

Recibido: 05/12/2017

Aceptado: 15/02/2018

a. Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción; Universidad Católica de Cuenca, Cuenca-Ecuador

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

RESUMEN

A través de la presente investigación se determinan las concentraciones de plomo y cadmio en los suelos de ciudadelas aledañas al parque industrial de la ciudad de Cuenca (Abdón Calderón y Uncovía). Para el efecto se analizan cinco muestras de suelo a diferentes distancias entre la zona industrial y cada una de los sectores desde 200 a 700 metros; las determinaciones se realizan por triplicado. El método aplicado fue por: Digestión Ácida y Absorción Atómica en el laboratorio del Centro de Servicios y Análisis de Minerales Metálicos y no Metálicos (CESEMIN) de la Universidad de Cuenca; los valores promedio de plomo y cadmio obtenidos fueron superiores a la Norma de Calidad Ambiental del Ecuador (TULAS).

Palabras claves: Plomo, cadmio, toxicidad, contaminación ambiental.

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

ABSTRACT

Through the present investigation the concentrations of lead and cadmium are determined in the soils of citadels adjacent to the industrial park of the city of Cuenca (Abdón Calderón and Uncovía). For this purpose, five soil samples are analyzed at different distances between the industrial zone and each one of the sectors from 200 to 700 meters; the determinations are made in triplicate. The applied method was: Acid Digestion and Atomic Absorption in the laboratory of the Center for Services and Analysis of Metallic and Non-Metallic Minerals (CESEMIN) of the University of Cuenca; the average values of lead and cadmium obtained were higher than the Environmental Quality Standard of Ecuador (TULAS).

Keywords: Lead, cadmium, toxicity, environmental contamination.

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

Introducción.

En varios países del mundo, la intoxicación por metales pesados representa un problema de salud pública, la exposición a estos tóxicos a través de aire, agua y/o suelo contaminados puede darse por inhalación o ingestión (A, 2010).

El suelo representa uno de los compartimentos más importantes del ecosistema en este se asientan los seres vivos y se desarrollan actividades necesarias para la subsistencia de la población, el buen funcionamiento del mismo dependerá de su calidad esto implica la capacidad que tiene para desempeñar las funciones edáficas dentro del ecosistema y mantener la productividad biológica, la calidad ambiental y la salud de plantas y animales (Zalidis, 2002).

Entre los principales contaminantes del suelo tenemos a metales pesados como el plomo y cadmio (RAMOS-GOMEZ & Magdalena, 2012) que se generan principalmente como resultado de procesos industriales, estos se acumulan paulatinamente con el tiempo hasta alcanzar concentraciones tóxicas (ETAPA, 2002).

El plomo y cadmio son metales pesados que al ingresar en el organismo de los seres vivos tienden a distribuirse en tejidos blandos como: riñón, hígado, cerebro y también en tejidos compactos como los huesos (ATSDR, 1999).

En la naturaleza el plomo se encuentra presente en la corteza terrestre, las fuentes de contaminación ocupacional y ambiental son: la minería; la fundición y la industria, se utiliza en la fabricación de baterías, pigmentos para pinturas, cerámica vidriada, recubrimiento de cables y durante mucho tiempo se usó como antidetonante de la gasolina, actualmente se comercializa

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

gasolina libre de plomo, sin embargo el uso de gasolina plomada ha dejado secuelas en varios países del mundo debido a su efecto acumulativo, contaminando el ambiente (ATSDR, 2007).

El plomo no tiene función biológica útil en el hombre, en forma natural no se considera contaminante, representa un problema cuando este elemento alcanza y supera las concentraciones máximas permisibles en el medio ambiente. En algunos países latinoamericanos como en Chile, existen publicaciones que documentan intoxicaciones por plomo, hacen referencia a casos clínicos individuales o casos de contaminación ambiental producida por fábricas que trabajan con dicho elemento, demostrando que tanto los trabajadores como las personas que habitan en las cercanías presentan niveles más altos que el resto de la población (Gonzales, y otros, 2006).

La toxicidad del plomo a nivel molecular, se da en procesos bioquímicos fundamentales, como inhibir o mimetizar las acciones del calcio, además puede interactuar con ciertas proteínas incluyendo a las que poseen grupos carboxilo, amino, sulfidrilo y fosfato (Foulkes, 1986). Estudios indican que el plomo contribuye de una manera significativa a problemas socio-conductuales como la delincuencia juvenil y los crímenes violentos (Needleman, McFarland, Ness, Fienberg, & Tobi, 2002).

El cadmio es un contaminante ambiental importante como resultado del proceso industrial, el polvo atmosférico contaminado precipita en el suelo, y de este se distribuye a otros compartimentos ambientales por medio de la lluvia y la cadena trófica como mencionamos en el caso del plomo; el Cd, no es esencial para el hombre, se acumula en los tejidos cuando la

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

exposición es prolongada y a elevadas concentraciones; puede ingresar al organismo por vía respiratoria, digestiva o cutánea (Olivares, y otros, 2009).

La exposición laboral al Cd se observa en: la industria; refinamiento de zinc; fundición; producción y derivados de cadmio; fórmulas para plásticos, etc. Entre las exposiciones ambientales tenemos: contaminación de agua, aire, suelo, productos alimenticios, humo de cigarrillo y especialmente se genera por la llamada basura electrónica como los televisores, computadoras, celulares y demás artefactos electrónicos (Carroll & Essick, 2008).

La exposición a niveles altos se asocia con enfermedades graves como alteraciones genéticas, dismenorrea, abortos, mortinato y aumento de la testosterona en el suero sanguíneo de la mujer; la exposición a bajas concentraciones se relaciona con cáncer de próstata (Tchernitchin, y otros, 2008).

En 1955 se descubrió la enfermedad ósea itai-itai, en Tomaya zona de Japón, afectó a pobladores de zonas contaminadas con Cd, esta enfermedad produce síntomas como: dolores de fémur, lumbares, problemas al caminar y en casos graves osteomalacia, osteoporosis y fracturas óseas (Repetto, 2009).

Tomando como base todos los estudios antes citados sabemos que el plomo y cadmio tienden a acumularse en la superficie del suelo, sobre todo en sectores industriales y por la actividad antrópica, quedando accesibles a la población ya sea por ingesta e inhalación de suelos y/o consumo de cultivos contaminados. Las plantas que crecen en estas tierras los absorben y la concentración de éstos en los tejidos vegetales se relaciona directamente con su cantidad en los suelos, especialmente en la solución húmeda (Kabata Pendias & Pendias, 2001).

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el riesgo toxicológico de plomo y cadmio en suelos, del entorno del parque industrial de la Ciudad de Cuenca.

Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de plomo y cadmio en los suelos de los sectores cercanos al parque industrial, en la ciudadela Abdón Calderón y ciudadela Uncovía.
- Analizar y comparar las concentraciones de plomo y cadmio obtenidas de las muestras de suelos de las zonas investigadas, con parámetros y normativas nacionales e internacionales.
- Evaluar el riesgo de toxicidad al que se encuentran expuestas las poblaciones que habitan las zonas investigadas.

Problema o Necesidad

Los suelos contaminados pueden causar efectos diversos en el ecosistema al que pertenecen, afectando principalmente a los seres vivos expuestos al mismo, como los vegetales y animales; el riesgo toxicológico es evidente en estos suelos contaminados con respecto a la salud humana, produciendo además pérdidas de recursos naturales y económicos.

Lo manifestado anteriormente configura una problemática real de ámbito nacional, pero al mismo tiempo implica un reto de solución a través de una propuesta de investigación para el

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

caso Ecuador que permita disminuir el riesgo toxicológico del plomo y cadmio. Entonces cabe la pregunta de investigación: ¿Cómo lograr disminuir riesgo toxicológico del plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca?

Metodología.

Fase 1: Evaluación preliminar

En esta etapa se realiza una revisión detallada acerca de los riesgos toxicológicos, se identifica el peligro y se evalúa la exposición. Así mismo, se definen las características esperadas y las restricciones particulares al caso, todo en función de los protocolos de métodos de análisis para suelos y lodos (NTE INEN-ISO 10381-4), EPA, ASTDR y de normativas nacionales como el Ministerio de Ambiente del Ecuador.

Fase 2: Instrumentos de medida

Una vez definidas las especificaciones técnicas, se procede a recolectar la información de campo con respecto al tiempo de permanencia y enfermedades relacionadas durante ese tiempo en la zona, edad y sexo de la población, empleando encuestas.

Por otro lado, se analizaron cinco muestras de suelo por triplicado para determinar la concentración de plomo y cadmio en el laboratorio del CESEMIN, mediante el método de espectrofotometría de Absorción Atómica con digestión ácida.

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

Resultados.

Características de la zona de estudio

El muestreo se realizó en forma estratificada y definida, se tomaron cinco muestras en cada una de las zonas de estudio a diferentes distancias; para definir los puntos de muestreo de suelo se consideró que sean representativos y abarquen a cada sector, también se tomó como referencia los parques de recreación lo que implica mayor amenaza de contacto de suelos contaminados con la población expuesta, siendo los más vulnerables los niños y ancianos; se consideró además a sectores donde existe actividad agrícola por la influencia de contaminación indirecta a través de la cadena alimenticia. Las muestras de suelo se recolectaron a una profundidad de hasta 15cm; cada muestra estaba compuesta por 16 submuestras. Se realizó la preservación física de las mismas al ponerlas con hielo inmediatamente luego de su envasado, la cantidad recolectada para cada muestra fue aproximadamente de 1 kilogramo, inmediatamente fueron trasladadas al laboratorio del CESEMIN de la Universidad de Cuenca, para su correspondiente análisis. En las tablas I, Figura 1 y Tabla II, Figura 2, se especifica la ubicación y la distancia de cada uno de los puntos de muestreo de las zonas investigadas con respecto al parque industrial de la ciudad de Cuenca.

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

Tabla I. Muestreo en la ciudadela Abdón Calderón.

Muestras	Ubicación con respecto al parque industrial
Muestra Calderón C1	A. Av. de las Américas y Calle Gral. Córdova, de los alrededores de la iglesia de la ciudadela Abdón Calderón, a una distancia aproximada de 300m. del parque industrial.
Muestra Calderón C2	A. Av. De la independencia y Av. España cerca del puente Fabián Alarcón, a una distancia de 400m. del parque industrial.
Muestra Calderón C3	A. Av. de las Américas y Av. de la Independencia, diagonal al redondel de la bomba de los choferes 500m.
Muestra Calderón C4	A. Calle Vieja y la calle de la quebrada a una distancia de 600m. del parque industrial.
Muestra Calderón C5	A. la calle vieja y el río Machángara a una distancia de 700m. del parque industrial.

Fuente: Los autores

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello



Figura 1. Ubicación de la zona de muestreo: ciudadela Abdón Calderón

Fuente: Los autores

Tabla II. Muestreo en la ciudadela Uncovía.

Muestras	Ubicación con respecto al parque industrial
Muestra Uncovía U1	Vía principal a Patamarca y la calle de tierra que colinda con el parque industrial, a una distancia de 200m.
Muestra Uncovía U2	Calle Cimarrones y río Machángara, a una distancia de 300m. del parque industrial.
Muestra Uncovía U3	zona comprendida entre los riberas de río Machángara junto al parque posterior de la Casa Comunal de la Uncovía400m
Muestra Uncovía	calle Cimarrones y la parte posterior de la quinta Luis

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

U4	cordero, junto a la casa comunal de la ciudadela Uncovía, a una distancia de 500m. del parque industrial.
Muestra Uncovía U5	la vía principal a Patamarca y una calle de tierra sin nombre cerca del cruce para el camino al camal, la distancia es de 600m. del parque industrial.

Fuente: Los autores

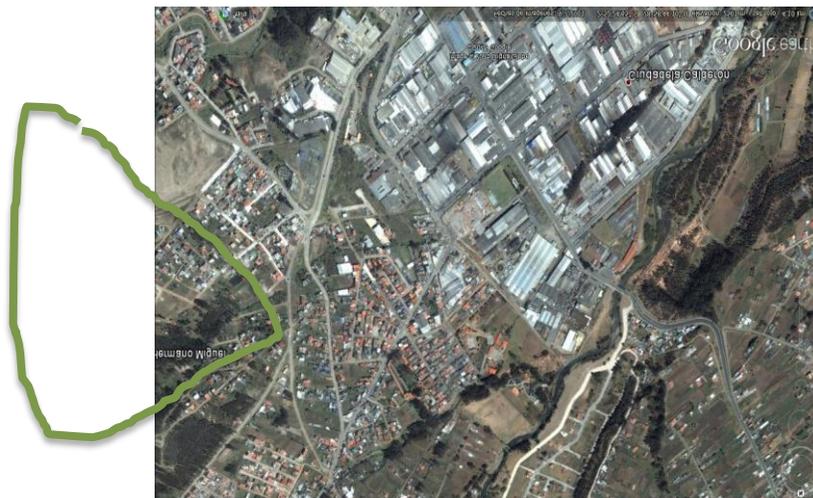


Figura 2. Ubicación de la zona de muestreo: ciudadela Uncovía

Fuente: Los autores

Mediciones

En la tabla III, se exponen los resultados del análisis por triplicado de cada una de las muestras y en la Tabla IV se exponen los promedios de las concentraciones de las zonas investigadas:

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

Tabla III. Concentraciones de plomo y cadmio en suelos de ciudadela Abdón Calderón y ciudadela Uncovía.

Zona	Plomo			Cadmio		
	[mg/kg]			[mg/kg]		
	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3
U1	38,02	37,28	39,66	0,97	0,9	1
U2	287,24	279,82	284,07	0,7	0,6	0,67
U3	34,08	34,5	32,63	1	1	0,9
U4	14,12	14,39	13,96	0,7	0,7	0,7
U5	20,96	21,73	20,9	0,5	0,5	0,5
C1	22,3	22,18	21,99	0,6	0,6	0,6
C2	22,85	23,19	23,2	0,4	0,43	0,46
C3	58,34	58,68	59,35	0,5	0,5	0,5
C4	55,73	57,31	55,18	0,63	0,66	0,7
C5	27,56	28,4	27,08	0,4	0,4	0,4

Fuente: Los autores

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

Tabla IV. Promedios de concentraciones de plomo y cadmio en suelos de ciudadela Abdón

Calderón y ciudadela Uncovía

Promedios	Plomo	Plomo	Cadmio	Cadmio	Calderón
TOT	78,22	37,55	0,756	0,518666	
AL	4	6		67	

Fuente: Los autores

En la Figura 3 y 4 se representa gráficamente la relación entre las variables concentración de los tóxicos frente a las distancias de recolección de las muestras.

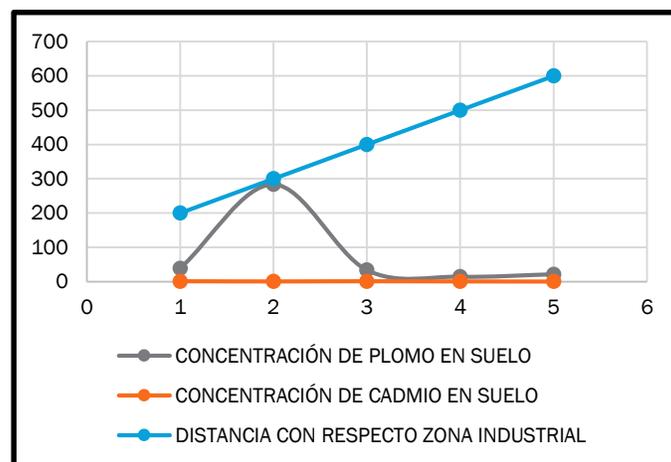


Figura 3. Concentraciones de plomo y cadmio con respecto a las distancias. Ciudadela Uncovía.

Fuente: Los autores

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

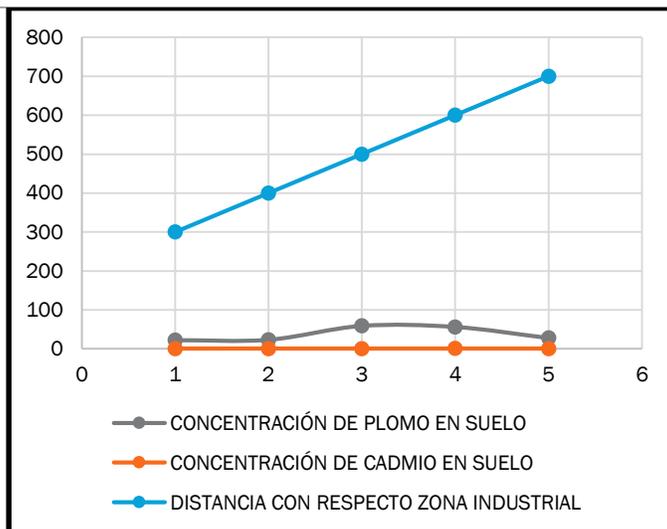


Figura 4. Concentraciones de plomo y cadmio con respecto a las distancias. Ciudadela Calderón

Fuente: Los autores

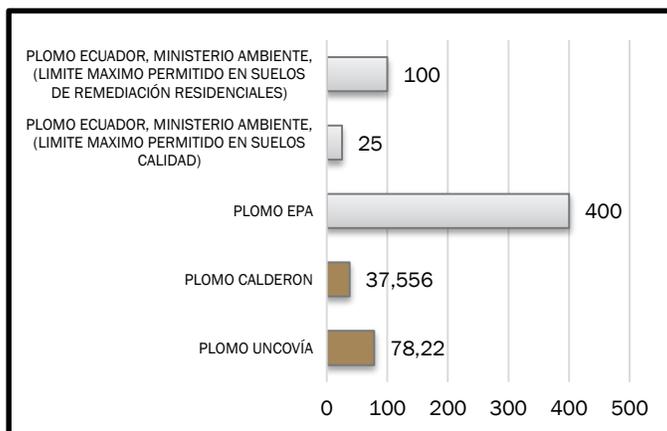


Figura 5. Comparaciones de valores promedio [mg/kg] de plomo en zonas de estudio con valores referenciales de normativas nacionales e internacionales.

Fuente: Los autores

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

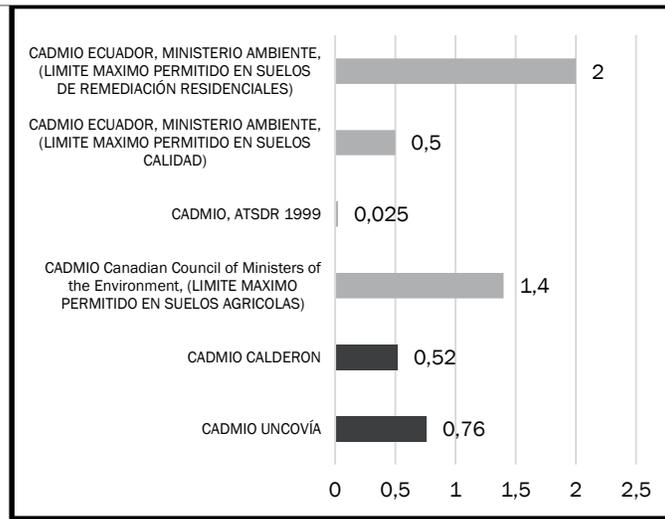


Figura 6. Comparaciones de valores promedio [mg/kg] de cadmio en zonas de estudio con valores referenciales de normativas nacionales e internacionales

Fuente: Los autores

Conclusiones.

Los valores promedio de plomo y cadmio obtenidos fueron: 78,224mg/kg Pb en suelo y 0,756 mg/kg Cd en suelo para la ciudadela Uncovia; 37,556 mg/kg Pb en suelo y 0,5186 mg/kg Cd en suelo para la ciudadela Calderón; se compararon con la Norma de Calidad Ambiental del Ecuador (TULAS) para suelos de calidad 25 mg/kg Pb en suelo y 0,5 mg/kg Cd, observándose diferencias significativas; al comparar con normativas internacionales como la agencia de protección ambiental de Estados Unidos (EPA) la concentración permisible para Pb es de 400 mg/kg suelo y el consejo Canadiense de ministros del medio ambiente (CCME) la concentración permisible para cadmio es de 1.4 mg/kg de suelo, no se observaron diferencias significativas, los

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)

María de los Ángeles Tello

resultados obtenidos evidencian un problema de contaminación ambiental en estas zonas que resultan vulnerables por la cercanía al sector industrial.

Referencias.

A, R. (20 de Diciembre de 2010). Los metales pesados. *MoleQla: Revista de Química de la Universidad Pablo de Olavide.*, 63. Obtenido de https://www.upo.es/moleqla/export/sites/moleqla/documentos/Numero_Cero.pdf

ATSDR. (1999). *Toxicological Profile for Cadmium.*

ATSDR. (2007). *Public health statement for Plomo.*

Carroll, C., & Essick, P. (2008). *Basura Tecnológica.* . National Geographic.

ETAPA. (2002). *Determinación para el uso y ocupación del suelo urbano.* Recuperado el 12 de 05 de 2017, de http://www.etapa.net.ec/AGUA/AMRA/ETAPA-EP/.../Ordenanza_word1.doc

Foulkes, C. (1986). *La absorción del cadmio. Manual de Farmacología Experimental.* Berlin: Springer Verlag.

Gonzales, J., Alfaro, G., Ariagada, M. P., Castillo, C., Muñoz, V., & Espina, J. P. (2006). Exposición ocupacional del plomo y cadmio en personal de salud. *Salud Pública*, 10(3), 139-145.

Kabata Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils.* London: Boca Ratón.

Needleman, H., McFarland, C., Ness, R., Fienberg, S., & Tobi, M. (2002). Bone lead levels in adjudicated delinquents. A case control study. *Neurotoxicol Teratol. CrossRefMedlineWeb of Science*, 711-717.

Olivares, S., Lima, L., De la Rosa, D., Enríquez, I., Saborit, I., García, D., & Rodríguez, M. (2009). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en vegetales cultivados en la cercanía del aterradoro de calle 100. *CITMA.* Habana.

RAMOS-GOMEZ, & Magdalena. (2012). Movilidad de metales en jales procedentes del distrito minero de Guanajuato, México. *SciELO*, 28(1), 49-59. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100005&lng=es&nrm=iso

Repetto, J. (2009). *Toxicología Fundamental.* España: Díaz de Santos.

Determinación de las concentraciones de plomo y cadmio en suelos de sectores aledaños al parque industrial de la ciudad de Cuenca

Vol. 2, núm. Esp., (2018)
María de los Ángeles Tello

Tchernitchin, A., Olivares, F., Aranda, C., Bustamante, R., Gaete, L., Ferrada, k., . . . Novasak, S. (2008). Efectos de exposición aguda a cadmio en la acción de estrógenos en útero de rata impúber. *Pediatría*, 79(4), 373-380. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0370-41062008000400004&lng=es&tlng=es

Zalidis, G. (2002). *Restoration of Mediterranean Wetlands*. . Hellenic Ministry of the Environment, Physical Planning and Public Works.