

Presencia de metales pesados en hojas de *Ficus benjamina* en la zona metropolitana de Guadalajara, México

PEÑA-GARCÍA, Laura Elizabeth†*, MACIEL-FLORES, Roberto y ROSAS-ELGUERA, José

Universidad de Guadalajara

Recibido 7 de Abril, 2017; Aceptado 8 de Junio, 2017

Resumen

Las muestras estudiadas fueron hojas de *Ficus benjamina* en la zona metropolitana de Guadalajara. Se realizó un muestreo el 23 de marzo del 2013. Recoger hojas de *Ficus benjamina* nos permite conocer la contaminación específica que ocurren durante un período corto de tiempo. Las partículas se adhieren a las hojas debido a la superficie con látex. El análisis de metales pesados se realizó por espectrofotometría de absorción atómica. La alta concentración de metales encontrados muestra que la calidad del aire ambiental en la ZMG es insalubre y de ello se desprende que debe haber una correlación con la salud de la población. Los elementos más abundantes fueron el Pb con un máximo de 228.441 mg/kg, Cu con 152.863 mg/kg y Zn 88.49 mg/kg. Las áreas donde se encontraron las zonas con mayor concentración de metales pesados fueron la zona del Aeropuerto Internacional Miguel Hidalgo, la zona de la Base Aérea y alguna de las grandes avenidas.

Viabilidad CRM, modelo educativo, PYME

Abstract

The samples studied were *Ficus benjamina* leaves in the metropolitan area of Guadalajara. A sampling was performed on March 23, 2013. Picking up the leaves of *Ficus benjamina* does not allow us to know the contamination that occurs during a short period of time. The particles adhere to the latex surfaces. The analysis of heavy metals was performed by atomic absorption spectrophotometry. The high concentration of metals found shows that the ambient air quality in the ZMG is unhealthy and what is felt with a correlation with the health of the population. The most abundant elements were Pb with a maximum of 228.441 mg / kg, Cu with 152.863 mg / kg and Zn 88.49 mg / kg. The areas where the areas with the highest concentration of heavy metals are located in the area of Miguel Hidalgo International Airport, the Air Base area and some of the great avenues.

CRM, education model , PYME

Citación: PEÑA-GARCÍA, Laura Elizabeth, MACIEL-FLORES, Roberto y ROSAS-ELGUERA. Presencia de metales pesados en hojas de *Ficus benjamina* en la zona metropolitana de Guadalajara, México. Revista de Operaciones Tecnológicas 2017. 1-2:27-32

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: pglaurae@gmail.com

Introducción

Las zonas urbanas representan fuentes de emisiones continuas de partículas contaminantes, debido principalmente al tráfico y las actividades industriales (Aguilar, Bautista, Goguitchaichvili, & Morton, 2011). La OMS ha realizado publicaciones donde afirman que la contaminación del aire por partículas es una causa importante de mortalidad y morbilidad en todo el mundo (Lindmeier & Osseiran, 2016; OMS, 2014). Los metales pesados (MP) son causa de problemas severos a la salud de todo el mundo. Estos problemas en ocasiones son silenciosos, es decir que no se manifiestan de manera evidente. Los MP se encuentran presentes en relativamente bajas concentraciones en la corteza terrestre, los suelos y las plantas (Martinez Pichardo, 2009). La presencia de concentraciones nocivas de MP en los suelos, corresponden a la degradación o contaminación y ocurre como consecuencia de las diversas actividades humanas, principalmente la industrial. La industria de las pinturas y las actividades no ferrosas son fuentes importantes de material particulado (Flores Rodríguez et al., 2013). Se han acumulado en los suelos en grandes cantidades en ocasiones de forma soluble, rompiendo el equilibrio natural generando la contaminación de acuíferos y, en ocasiones, afectando la red trófica. La toxicidad de los elementos en gran medida depende de la dosis o cantidades de las que se traten, ya que existen elementos esenciales que en grandes dosis son tóxicos (De Miguel et al., 2002).

La relación entre la contaminación atmosférica y daños a la salud ha sido suficientemente documentados, las partículas PM_{10} penetran directamente hasta la zona traqueo branquial y las $<2.5 \mu m$ pueden llegar hasta los alveolos pulmonares; también pueden acumularse en las vías respiratorias sin ser capturadas por los mecanismo de defensa; provocan incremento de padecimientos respiratorios como el asma, bronquitis crónica, cáncer de pulmón y en general muerte prematura (Gilmour et al., 1996).

Estas partículas tienen la capacidad de generar problemas de salud más severos si se encuentran entre ellas metales como Pb, Zn, Ba, Cd y Cr (David & Wagner, 1989; Flores Rodríguez et al., 2013; OMS, 2014; Vargas Marcos, 2005).

Justificación

La calidad del aire exterior es determinante para la salud de la población, por lo que se requiere conocer la presencia de metales pesados calidad del aire se tienen en la ZMG.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la dinámica de la contaminación por metales pesados en la zona metropolitana de Guadalajara

Objetivo específico

- Cuantificar la presencia de metales pesados depositados en hojas de la especie *Ficus benjamina*.

Metodología

El presente trabajo se desarrolló en la zona metropolitana de Guadalajara, en el estado de Jalisco. Esta ciudad es considerada una de las más importantes en el aspecto industrial y económico nivel nacional. Con 11 parques industriales y un parque tecnológico; éste no incluye la fabricación o actividades inmobiliarias (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2011).

En la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), el *Ficus benjamina* L. (Moraceae) es una especie ampliamente distribuidas. Se les puede encontrar en los jardines, a lo largo de césped y árboles a lo largo de calles, aceras, camellones, parques, glorietas y en otros lugares. Estas plantas tienen látex en las hojas, que normalmente se presenta como una sustancia de color blanco lechoso, que rara vez es acuosa, amarilla o incluso verde claro, este látex es el facilita que el polvo se adhiera a las hojas (R Cazimir & Sylvestre, 2001; Robert Cazimir, Sylvestre, & Carvajal, 2001). Para el desarrollo del presente trabajo se colectaron hojas de *Ficus benjamina*, de árboles de cuya estatura fuera entre 1.50 y 2 metros, se tomaron las hojas "maduras". Las hojas se etiquetaron y se depositaron las hojas directamente dentro de una bolsa resellable. Cada muestra se georreferenció y se tomaron datos del área en una bitácora.

Para el muestreo se elaboró una malla estadísticamente definida, con una distancia entre puntos de muestro a cada 2 km. El muestreo se realizó el 23 de marzo de 2003; inicio a las 8 y terminó a las 21:30 horas. Se organizaron 11 grupos de trabajo para este proyecto, con la finalidad de cubrir diferentes áreas de la ciudad y realizar el trabajo en un día. Se utilizó equipo de seguridad para la colecta de muestras (Figura 1).

En dicho trabajo participaron 11 profesores y 36 estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.



Figura 1 Toma de muestra de hojas de *Ficus benjamina*.

Las hojas colectadas fueron llevadas a la sala de secado del Instituto de Botánica, donde fueron colocados individualmente en papel estraza. Fueron alojados en una prensa y se coloca en una estufa con un sistema de calor por convección.

Este proceso duró 48 horas, durante las cuales se revisaron periódicamente para recomodar las muestras y garantizar un secado homogéneo. Hubo algunos casos en los que, al revisar las hojas, no se encontraban perfectamente secas, por ello se dejaron 24 horas más para terminar el secado. Posteriormente se guardaron en bolsas con etiquetas.

Las muestras se analizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica. La técnica permitió determinar la concentración de elementos metálicos presentes en una muestra. Para la extracción de metales pesados se llevaron al laboratorio las 150 muestras de hojas de *Ficus*, se realizó mediante una digestión ácida. Las muestras se homogenizaron previamente.

La determinación se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica modelo Varian AA 240 FS, con un monocromador de diseño CZERNY-TURNER, panel de 4 lámparas y cámara de nebulización inerte con nebulizador ajustable. La técnica empleada fue de flama (llama) y se utilizaron curvas de calibración. Todas las muestras se trataron por duplicado. Los elementos analizados fueron Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn.

Resultados

Se colectaron 150 muestras las cuales se llevaron al laboratorio y, mediante técnica espectroscopia de absorción atómica se analizaron.

Los elementos más abundantes fueron el plomo con un máximo de 228.441 mg/kg y el cobre con 152.863 mg/kg.

La estadística básica y las correlaciones se hicieron con el software Statgraphics Centurion XV.

El rango de lectura analizado por absorción atómica fueron para el Cu y Zn: 0.1 a 0.5 mg/kg; Cr: 0.2 a 1 mg/kg; Co: 1.25 a 5 mg/kg; Ni: 1 a 3 mg/kg; Cd: 0.5 a 2 mg/kg; Pb: 1 a 3 mg/kg. La curva empieza en el cero que es el agua destilada, con lo que se calibra el equipo en cada elemento; los rangos representan la concentración que se usó en el primer y último estándar para formar la curva. Los resultados que dieron lectura en el equipo de 0 o negativa, fue debido a que la concentración no fue la suficiente para ser detectarla en los rangos de trabajo del equipo.

Los elementos más abundantes fueron el Pb con un máximo de 228.44 mg/kg y el Cu con 152.86 mg/kg (Tabla 1).

Elemento	Mín.	Máx.	Media	Desviación estándar
Pb	0	240.64	19.99	25.97
Cu	0	182.93	24.72	23.28
Zn	0	88.49	14.58	13.93
Ni	0	62.56	5.93	5.47
Cr	0	57.31	5.48	5.72
Co	0.23	12.18	5.31	1.9
Cd	0	9.97	3.46	2.08

Rangos de lectura: Cobre y Zinc: 0.1 a 0.5 ppm; Cromo: 0.2 a 1 ppm; Cobalto: 1.25 a 5 ppm; Níquel: 1 a 3 ppm; Cadmio: 0.5 a 2 ppm; Plomo: 1 a 3 ppm.

Tabla 1 Concentración de elementos tóxicos identificados para la ZMG

Los elementos predominantes encontrados fueron Pb, Cu y Zn.

Se identificaron dos componentes principales, ellos en conjunto explicaron el 54.1291% de la variabilidad en los datos (Figura 2).

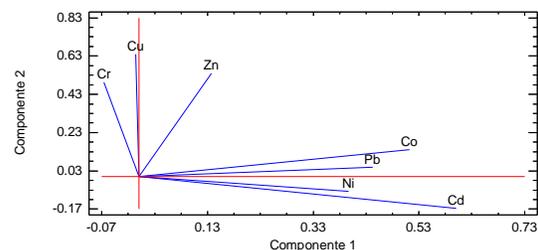


Figura 2 Peso de los componentes principales

Conclusiones

Se identificaron las zonas con mayor concentración de cada uno de los elementos analizados.

En el caso del Pb se observó que uno de los puntos más altos se ubicó sobre avenida Inglaterra a la altura de Parque Regency, cercano a Periférico Norte. La zona de Base aérea y el aeropuerto Internacional de Guadalajara. Además de cierto puntos sobre la Avenida Lázaro Cárdenas.

En cuanto al Cu las zonas donde se encuentra **menor** presencia de Cu es la zona de Zapopan (NW), la zona de Camichines y la zona de Tlajomulco de Zúñiga (SW) de la ciudad, el resto de la ciudad hay presencia de este elemento casi homogéneamente alto.

Los puntos donde se presentaron los niveles más elevados fueron sobre la carretera Guadalajara- El Salto, a la altura de la empresa IBM y el otro punto sobre la carretera Guadalajara- Chapala a la altura de la calle Revolución. En el resto de la ciudad la zona NE, N y NW presentaron concentraciones máximas de 46.9 ppm.

La contaminación del aire es un problema de salud el cual puede ser de origen natural y antrópico (Borrego et al. 2015), por tal motivo residir a una distancia menor de 100 m de una vía de comunicación donde el tráfico vehicular es de 4000 vehículos-km por día, se puede considerar como un factor de riesgo para el desarrollo del cáncer pulmonar (Raaschou-Nielsen et al. 2011; Downs et al. 2007; Reichl 2010).

En la ZMG se desarrolla una gran cantidad de actividades económicas, que pueden generar la presencia de los elementos analizados, sin embargo la contaminación por metales pesados no es del todo antrópica, ya que la ZMG se encuentra minerales ferrimagnéticos de manera antrópica, hay que agregar que la geología de la zona influye de manera determinante en la presencia de dichos elementos, en la zona Sur de la ciudad se encuentran al menos 3 pequeños aparatos volcánicos de origen andesita-basalto así como en la zona noreste se ubica se ubica el Río Santiago. Lo anterior justifica la presencia natural de dichos minerales en la zona (Garnica Ibarra et al. 2017)

Referencias

Aguilar, B., Bautista, F., Goguitchaichvili, A., & Morton, O. (2011). Magnetic monitoring of top soils of Merida (Southern Mexico). *Studia Geophysica et Geodaetica*, 55, 377–388. <http://doi.org/10.1007/s11200-011-0021-6>

Cazimir, R., & Sylvestre, R. (2001). *Revisión de las especies ornamentales de Ficus L. (Moraceae) de la zona metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara*. Retrieved from http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/115/Cazimir_Robert.pdf?sequence=1

Cazimir, R., Sylvestre, R., & Carvajal, S. (2001). Las especies ornamentales de Ficus L. (Moraceae) de la zona metropolitana de Guadalajara. *Scientia-CUCBA*, 23(2), 59–84.

David, A., & Wagner, G. (1989). *Aparato respiratorio*. (Organización Internacional del Trabajo, Ed.) *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (Tercera ed). Madrid: Organización Internacional del Trabajo. Retrieved from <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/sumario.pdf>

De Miguel, E., Llamas, J. F., Chacón, E., Arrojo, F., Ordóñez, A., Callaba, A., ... Charlesworth, S. (2002). Elementos traza en ambientes urbanos. *Boletín Geológico Y Minero*, 113(1), 35–43. Retrieved from http://www.igme.es/Boletin/2002/113_1_2002/6-ARTICULO CARACTERIZACION1.pdf

Flores Rodríguez, J., Vaca Mier, M., López Callejas, R., González Aragón, A., Hachec Luna, R., & Hernández Tavera, M. (2013). Evaluación de la movilidad de plomo y zinc en depósitos secos atmosféricos en el norte de la ciudad de México. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Gilmour, P. S., Brown, D. M., Lindsay, T. G., Beswick, P. H., MacNee, W., & Donaldson, K. (1996). Adverse health effects of PM10 particles: involvement of iron in generation of hydroxyl radical. *Occupational and Environmental Medicine*, 53(12), 817–822. <http://doi.org/10.1136/oem.53.12.817>

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2011). Qué es un Parque Tecnológico. Retrieved December 15, 2014, from <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/ITESM/Tecnologico+de+Monterrey/Emprendimiento/Red+de+Parques+Tecnologicos/Que+es+un+parque+tecnologico/>

Lindmeier, C., & Osseiran, N. (2016). *Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente*. OMS. World Health Organization. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/>

Martinez Pichardo, E. E. (2009). *Propiedades magnéticas y sus relaciones con metales pesados y elementos mayores en suelos superficiales del Valle de México*. Universidad Autónoma de México. Retrieved from <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1175/Tesis.pdf?sequence=1>

OMS. (2014). Calidad del aire y salud, (2), 3–7. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 117–127. <http://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200001>