



UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Geología

DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE DE LA
GEODISPONIBILIDAD Y BIOACCESIBILIDAD
GÁSTRICA E INTESTINAL DE METALES
ASOCIADOS A ESTRÉS OXIDATIVO EN
POLVO URBANO Y PARQUES DE
HERMOSILLO, SONORA.

TESIS

Que para obtener el Grado de:
Maestro en Ciencias-Geología.



PRESENTA:

UZI RAXEL CASTILLO MORALES.

Hermosillo, Sonora a Noviembre de 2013.

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la distribución espacial de Cu, Mn, Pb, Cd y Zn en muestras de polvo urbano (calles y parques) de la ciudad de Hermosillo, Sonora, con el objetivo de identificar niveles de contaminación y origen (geogénico vs antropogénico) así como los riesgos posibles a la salud humana asociados a la concentración total y bioaccesible de metales posiblemente causantes de estrés oxidativo.

El estudio se enfocó a tres fracciones granulométricas: menor a 0.044 mm (considerada respirable), de 0.044 mm (posible vía de ingestión), y 0.072 mm (geofagia, pica). En las tres fracciones se estudió i) la concentración total de los metales de estudio, ii) la bioaccesibilidad en fluidos gástricos e intestinales, en función de la granulometría, iii) la asociación a distintos grupos mineralógicos por medio de la técnica de extracción química secuencial de Tessier: intercambiable, carbonatos, sulfatos y materia orgánica, óxidos de hierro y manganeso y fracción residual. Adicionalmente se estimó la capacidad de intercambio catiónico y se realizó un estudio textural en cuatro muestras representativas de zonas con alta y baja incidencia de Diabetes Mellitus en la ciudad de Hermosillo (datos de epidemiología espacial reportados en literatura). Para evaluar el nivel de contaminación se utilizó el Índice de Contaminación considerando valores de fondo geoquímico locales, los cuales fueron verificados con valores de estándares como la corteza superior, promedios de suelos a nivel mundial y datos de rocas locales. La identificación de un origen geogénico o antropogénico se realizó a partir del cálculo del Factor de Enriquecimiento.

En todos los metales estudiados, el contenido total se incrementa a medida que el tamaño de partícula disminuye, sin embargo las pruebas de bioaccesibilidad indican un comportamiento variable. El cobre presenta los mayores porcentajes de bioaccesibilidad, principalmente en las muestras tomadas en zonas de alto tráfico, con valores de 29% en fluido gástrico y hasta 36.4% en fluido intestinal. El zinc también presenta altos niveles de bioaccesibilidad con porcentajes variables para fase gástrica de 5.2 a 18.1% y de 0.1 a 21.7% en fase intestinal. El plomo presenta alta variación en bioaccesibilidad con rangos de 2.6 a 11.3 % en fase gástrica y 0.3 a 8.8 % en fase intestinal. El porcentaje de bioaccesibilidad para manganeso no excede el 6% en fase gástrica y el 4.6% en fase

intestinal. El cadmio no presenta niveles de bioaccesibilidad superiores al límite de detección del equipo por lo que se puede considerar poco o no bioaccesible.

El estudio de extracción química de Tessier muestra los siguientes resultados: El Cu se asocia a carbonatos en porcentajes mayores al 95% en la muestra más impactada por tráfico (calles con límites de velocidad de 60 kph), mientras que se asocia a fracción residual en un 32% y materia orgánica/sulfuros en un 80% en muestras ubicadas en zonas con tráfico intermedio (límite de velocidad de calle de 50 kph). El Cd se asocia principalmente a carbonatos en porcentajes que exceden el 90% para todas las muestras estudiadas, en las dos fracciones granulométricas, considerando que los valores de Cd en las pruebas de bioaccesibilidad en fluido gástrico e intestinal no excedía el límite de detección del equipo, se recomienda el repetir la prueba de bioaccesibilidad utilizando un ICP-MS con límites de detección mucho menores que el equipo usado (ICP-OES). En el caso del plomo las muestras que presentan mayor bioaccesibilidad corresponden con las muestras que en el estudio de extracción química secuencial de Tessier muestran un alto porcentaje de asociación a fase de carbonatos y óxidos de Fe/Mn. El manganeso se asocia con más de 49% a la fase residual por lo que se considera poco biodisponible.

La distribución espacial de los metales posiblemente causantes de estrés oxidativo en la zona urbana es la siguiente: las mayores concentraciones de plomo en parques se concentra en la parte centro-norte de la ciudad, con los máximos valores reportados hacia el centro-este. El cobre en parques presenta alta concentración en gran parte de la mancha urbana, principalmente en el oeste, noreste y sureste de la ciudad. Manganeso no presenta valores muy por encima del fondo geoquímico, sin embargo zinc en parques tiene la misma distribución espacial y nivel de contaminación que el cobre. Los metales estudiados en calles presentan similar distribución espacial que los parques, sin embargo las áreas de influencia son más extendidas y los niveles de contaminación son significativamente más altos. De acuerdo a los resultados del Índice de Contaminación, el cobre, plomo, zinc y cadmio presentan niveles de contaminación extremadamente altos, tanto para parques como para calles, lo que puede representar un riesgo a la salud, principalmente en las zonas de incidencia de enfermedades cuyos efectos asociados a los tratamientos son potenciados por el estrés oxidativo (diabetes, cardiovasculares y neoplasmas). En comparación con parques

y calles de otras ciudades del mundo, un resultado significativo de esta investigación es que Hermosillo presenta niveles de contaminación similares a las megaciudades o ciudades con alta industrialización como Hong Kong, Urumqi en China, y Newcastle en Inglaterra.