

EL USO DE CORTEZA DE MORA (*MORUS ALBA*) COMO BIOMONITOR PARA DETECTAR CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE MENDOZA.

Perelman P.^{1, 2, 3},

E. Martinez Carretero^{1, 5},

G. Moreno^{1, 5},

M .A. Castro⁶

A. Faggi.^{1, 2, 4}

¹CONICET,

² Museo Argentino de Ciencias Naturales MACN,

³ Facultad de Farmacia y Bioquímica UBA,

⁴ Universidad de Flores,

⁵ CRYCIT- Mendoza,

⁶ FCEN-UBA.

RESUMEN

En el área metropolitana de Mendoza se llevó a cabo un estudio de análisis multielemental de cortezas de *Morus alba*. Las muestras fueron analizadas usando ICP-OES. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA. Los resultados confirmaron que la mayor contaminación es producida por la actividad antropogénica tales como tránsito vehicular, actividad industrial y producción minera. En el área urbana se encontraron los mayores valores de Zn y Pb. El área periurbana está caracterizada por la presencia de Hg.

PALABRAS CLAVE:

contaminación ambiental, cortezas, metales pesados

ABSTRACT

In Mendoza metropolitan area a multielemental analysis of bark samples of *Morus alba* have been performed. The samples were analyzed using ICP-OES. The resulting data have been treated by an ANOVA. The results allow us to confirm that the major contamination source is anthropogenic activity such as vehicular traffic, mining and industrial activities. Major values of Zn and Pb were found in urban area. Periurban is characterized by Hg.

KEYWORDS:

environmental pollution, tree bark, heavy metals

1. INTRODUCCION

La contaminación en las ciudades suele ser producida por diferentes factores, la mayoría de ellos relacionados principalmente con la actividad antrópica; como el uso de vehículos y máquinas, los caños de escape, desechos industriales, incineración de la basura (Perelman *et al.*, 2006). Es de gran importancia medir la contaminación del medio ambiente ya que las altas concentraciones de contaminantes en estrecha proximidad a los humanos pueden dañar significativamente la salud debido a la exposición del hombre a los metales pesados (Dion *et al.*, 1993, Wong 2006).

Una de las formas de evaluar el impacto producido por las actividades humanas *in situ*, habida cuenta la importancia de la conservación del ecosistema, es la utilización de bioindicadores o biomonitores. El término biomonitores (biomonitor) se refiere al uso de organismos vivos que se emplean como indicadores de la contaminación. Los líquenes han demostrado ser excelentes biomonitores debido a su distribución geográfica homogénea, lento crecimiento, gran capacidad para acumular elementos y fácil muestreo si se compara con otros biomonitores. Panichev & McCrindle (2004) realizaron estudios de polución ambiental en el Parque Nacional Krüger y encontraron que el polvo, los líquenes y las cortezas retenían metales en cantidades proporcionales a las del aire, indicando niveles de polución atmosférica más certera que los pastos u hojas de los árboles. Por esta razón podrían ser usados como indicadores de contaminación atmosférica.

Las cortezas de diferentes especies de árboles son empleadas como receptores pasivos de contaminación atmosférica por sus bondades para retener material particulado y sustancias gaseosas. Su capacidad de acumulación de contaminantes varía según la rugosidad de su superficie (Steubing *et al.*, 2002). La presencia de elementos químicos en las cortezas ocurre principalmente por: deposición seca, impacto de partículas transferidas por el viento y por translocación en la planta (Bargagli, 1998).

El análisis de acumulación de elementos en corteza se encuentra en sus inicios en la Argentina. Existen algunos antecedentes para las ciudades de Buenos Aires y Junín (Prov. de Buenos Aires) como lo reportado por Pla *et al.* (2000) quienes comparan resultados obtenidos con líquenes y cortezas de *Platanus acerifolia*. Perelman *et al.*, (2006) usan cortezas de fresno (*Fraxinus pennsylvanica*) a lo largo de un gradiente urbano-periurbano de Buenos Aires.

El objetivo del presente trabajo es identificar los elementos químicos presentes en las cortezas de los árboles de mora (*Morus alba*) que se encuentran en el arbolado urbano de la ciudad de Mendoza y alrededores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Area de estudio

El área de estudio está localizada en la ciudad de Mendoza y alrededores. El área urbana denominada Gran Mendoza tiene 16.400 km² y 800.000 habitantes. Está ubicada al abrigo de la Cordillera de los Andes sobre un área deprimida asociada al cono aluvial del río Mendoza; los suelos son aluvionales, profundos, bien drenados. La temperatura media anual es de 16,3°C en áreas urbanas (32°53'S-68°52'W) y de 16°C en las suburbanas (Aeropuerto de Mendoza, 32°51'S-68°47' W). La lluvia media anual es de 230 mm, principalmente estivales.

Los vientos de valles y de la montaña (Zonda), aseguran la disminución de contaminantes como NO_x, CO, Pb y del particulado total que en promedio llega hasta 80 µg m⁻³.

El tráfico automotor representa un aporte muy importante a la polución ambiental. La Central Térmica Luján de Cuyo se ubica a la salida del valle del Río Mendoza por lo que normalmente, las emisiones son arrastradas por el viento hacia el norte, sobre el área urbana.

2.2 Muestreo de corteza

En el otoño de 2006 se colectaron veinte muestras de cortezas de *Morus alba*. Los árboles de mora, originarios de China y del oeste asiático fueron seleccionados debido a a) su uso como parte del arbolado urbano a lo largo de las calles principales y avenidas de Mendoza. En las localidades del periurbano se eligieron árboles que representen en promedio una exposición a contaminantes, b) a su corteza ligeramente áspera y c) que no existe información previa acerca de su calidad de uso como biomonitor.

Las muestras de corteza se obtuvieron de árboles con su cara expuesta al tráfico vehicular, para percibir el máximo de exposición, el tamaño de las muestras fue de 10 cm x 10 cm de lado y 3mm de espesor tomadas a la altura de 1,30 m, usando una cuchilla de de acero inoxidable. Las áreas de corteza con presencia de líquenes o musgos se evitaron.

2.3 Análisis de las muestras

Se digieren 2 gr. de muestra en 30 ml de ácido nítrico (HNO_3). Se reducen hasta 5 ml por evaporación con calor, y llevando a volumen con agua destilada en matraz de 100 ml, se filtró con papel de filtro banda negra. Los minerales se cuantificaron mediante un espectrómetro de emisión en plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) operando en modo axial, marca Perkin Elmer modelo Optima 2000 DV.

El plasma óptico (ICP-OES) constituye una de las técnicas más empleadas para la determinación de vestigios metálicos. Para la identificación de elementos totales adsorbidos e incorporados en la corteza de la mora se aplicó la metodología *ICP-OES*. Esta técnica se ubica dentro de los métodos atómicos de emisión con plasma acoplado. Se basa en la medida de la radiación emitida por los átomos de una muestra previamente excitada. Los plasmas acoplados inductivamente constituyen la fuente de excitación y la medición se realiza a través de espectrometría de emisión óptica (OES).

El análisis ICP-OES aplicado a las cortezas utilizó un plasma inductivamente acoplado por los siguientes 13 elementos: Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, He, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn. Para cada una de las 3 áreas de estudio se analizaron 10 muestras de cortezas, efectuando en cada análisis, 3 determinaciones, en el Departamento de Química Aplicada de CITEFA (Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas - Ministerio de Defensa). Los datos obtenidos fueron evaluados por análisis de varianza (ANOVA), test de Tuckey, mediante el programa estadístico Statgrafic 6.0. Se estableció 95% como nivel de significancia estadística.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio realizado mediante ICP-OES detectó la presencia de Al, Fe, Ba, Cr, Cu, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn, Hg, Sb y Cd

La mayoría de los elementos analizados no presentan diferencias significativas entre Mendoza urbano y periurbano, a excepción de los niveles de Zn, Hg y de Pb. (Cuadro n° 1).

El **aluminio** puede provenir de la combustión del carbón (Gómez *et al.*, *en prensa*), del desgaste de materiales de construcción eléctrica, así como de recubrimientos de techos.

El **hierro** es un elemento que se encuentra en la superficie del suelo y es producto de la actividad antropogénica.

El **bario** es un elemento constitutivo del suelo, pero también resulta de la quema de combustibles (aditivos) y de carbón.

El **romo** es liberado a la atmósfera a través de la incineración de basura, de la combustión del carbón, además, está asociado a las herrerías, talleres varios, de galvanizado, fábricas de calzado, curtiembres y emisiones del tránsito vehicular (Fujiwara *et al.*, 2006).

Los valores de **manganeso** tanto urbanos como periurbanos, concuerdan con los medidos por Perelman *et al.* (2006) para el área céntrica y barrial de Buenos Aires. Esto podría estar relacionado con la proximidad a centrales de electricidad, talleres mecánicos del automóvil y al tránsito. El compuesto MMT (metilciclopentadienilmanganeso) es un aditivo usado como antichoque en las naftas sin plomo, está aprobado su uso en Argentina y se anticipa que sus valores aumentarán en el ambiente urbano en los próximos años (Lytle *et al.*, 1995). Su combustión libera al aire fosfatos y sulfatos de manganeso (WHO, 2004).

El **cobre** presenta valores muy bajos con respecto a los obtenidos por Perelman *et al.*, (2006) en cortezas de fresno.

El **zinc** es significativamente mayor en las áreas urbanas, probablemente debido a las emisiones del tránsito vehicular, en particular los caños de escape del parque automotor, a la producción de aceites lubricantes, las actividades antropogénicas e industriales. (Fujiwara *et al.*, 2006; Perelman *et al.*, 2006).

La presencia de **níquel** (Ni) podría ser atribuible a desechos industriales (Birke & Rauch; 2000).

Los mayores niveles de **mercurio** (Hg) se encuentran en el periurbano mendocino. El mercurio es un elemento que presenta una elevada toxicidad a causa de su carácter acumulativo y persistente en el medio ambiente, su grado de toxicidad depende de las formas químicas; el mercurio orgánico normalmente es más tóxico que el inorgánico (Clarkson, 1998). La minería y la extracción de los metales es una de las mayores causas de contaminación por Hg (mercurio) de los recursos del mundo entero (Berzas Nevado *et al.*, 2003). Otras formas de contaminación por Hg son por las actividades humanas tales como la incineración del carbón y el uso del mercurio en la elaboración de ciertos productos que han incrementado la cantidad del mismo en la atmósfera, los suelos, lagos, riachuelos y océanos. Las plantas de cloro usan cantidades masivas de Hg

para extraer el cloro de la sal y liberar gas cloro y las plantas generadoras de energía a carbón, debido a que el carbón contiene una contaminación natural de mercurio y al quemarlo es liberado en forma de humo a la atmósfera (USEPA, 2000). En el periurbano mendocino los mayores valores de Hg podrían deberse a los desechos tóxicos de la producción minera metalífera de oro, cobre y metales preciosos de la zona y a la presencia de industrias que lo liberan a la atmósfera urbana. El estudio realizado por Perelman *et al.* (2006) en las cortezas de fresno de la Ciudad de Buenos Aires presentó valores no detectables de Hg.

Los valores de **plomo** (Pb) encontrados en las cortezas de *Morus alba* en el área urbana son mucho más elevados que los encontrados por Perelman *et al.* (2006) en cortezas de fresno del centro de la ciudad de Buenos Aires y son bajos con respecto a los valores bibliográficos reportados por Ballach *et al.* (2002), quienes analizaron este elemento en *Fraxinus excelsior* en Frankfurt, Alemania y encontraron entre 150 y 225 ppm considerados como valores excesivamente elevados. Según Bacon *et al.* (2005) más del 80% del Pb proviene de deposición atmosférica como su mayor fuente.

La presencia de mayores niveles de plomo en la zona urbana esto podría ser un reflejo de la combustión histórica de las naftas con plomo, ya que en el microcentro se concentra la mayor actividad vehicular y a que el régimen de lluvias es escaso y no abunda la humedad, lo que permite que en las cortezas se acumulen durante mayor tiempo este elemento sin ser lavado. En la actualidad las naftas ya no son el principal contaminante en la ciudad de Mendoza porque casi no contienen plomo. Hoy el mayor responsable de las emisiones de plomo es el procesamiento de los metales. Encontrándose las más altas concentraciones de plomo en las cercanías de las fundiciones de materiales ferrosos y no ferrosos y en la manufacturas de pilas (Tomassetti de Piacentini, 2004).

El **cadmio** (Cd) no presenta diferencias en ambas áreas estudiadas. Es un metal de fácil solubilidad en agua. La fuente de producción de Cd pueden ser la intensa actividad industrial y la combustión

Los valores de **antimonio** (Sb) no presentan diferencias significativas entre las áreas urbana y periurbana. Siendo el tránsito vehicular el principal origen de este elemento en la atmósfera (Gomez *et al.*, 2005).

Cuadro n° 1. Valores medidos en mg/kg y valores máximos y mínimos de los distintos elementos determinados en la corteza de *Morus alba* mediante espectrometría de emisión óptica. Las diferencias significativas entre los elementos se indican con letras diferentes.

ELEMENTO	Mendoza urbano	Mendoza periurbano
Al	389 (297-563) ^A	455.5 (184-590) ^A
Ba	13.4(8-20.6) ^A	11.75 (8.1-14.7) ^A
Cr	2.69 (0.1-5.2) ^A	0.172(0.1-0.39) ^A
Cu	0.825 (0.2-2.7) ^A	0.2(0.2-0.2) ^A
Fe	393.7(245-723) ^A	589.5(265-881) ^A
Mg	1127.5(1040-1190) ^A	1470 (1300-1800) ^A
Mn	21.35 (13.5-31.4) ^A	22.47(17.2-29.2) ^A
Ni	0.98 (0.86-1.31) ^{AB}	1.19 (0.85-1.7) ^B
Pb	29.9 (3.4-79)^A	1.85(0.2-3)^B
Zn	22.9 (11.6-38.8) ^A	8.46 (7.2-11.2) ^B
Hg	3.85 (2.5-5.9)^A	7.5 (4.9-9.8)^B
Sb	0,35(0.2-0.83) ^A	0,62 (0.2-1.28) ^A
Cd	0.54 (0.2-0.8) ^A	0.76(0.7-0.9) ^A

4. CONCLUSIONES

La corteza de *Morus alba* puede ser usada como biomonitor para determinar elementos mediante el análisis multielemental en la ciudad de Mendoza. El área urbana mendocina presentó valores significativamente superiores de Zn y Pb con respecto al periurbano. El cinc relacionado a las emisiones del tránsito vehicular, en particular los caños de escape del parque automotor y el Pb estrechamente ligado con el procesamiento de los metales y manufactura de pilas.

Los mayores valores de mercurio, caracterizan al periurbano, en donde la producción minera metalífera de oro, cobre y metales preciosos de la zona y la presencia de industrias lo liberan a la atmósfera urbana.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento recibido a la SECYT-PICT 14039, 2004-2007.

5. BIBLIOGRAFIA

- BACON J., I.Hewitt & P. Cooper (2005), "Lead in grass in the Scottish uplands: deposition or uptake". *Journal of Environmental Monitoring* 7, pp785-791.
- BALLACH HJ, Wittig R & Wulff S. (2002), "Twenty-five years of biomonitoring lead in the Frankfurt/Main area". *Environmental Science and Pollution Research Int.* 9, pp136-142.
- BARGAGLI, R (1998), "*Trace Elements in Terrestrial Plants. An Ecophysiological Approach to Biomonitoring and Biorecovery*". Springer Verlag, Berlín. pp pp324.
- BERZAS NEVADO JJ., García Bermejo L.F., Rodríguez Martín-Doimeadios RC. (2003), "Distribution of mercury in the aquatic environment at Almadén, Spain". *Environm.Pollut* 122, pp261-271
- BIRKE, M.& U. Rauch 2000. Urban Geochemistry: investigation in the Berlin Metropolitan area. *Environmental Geochemistry and Health* 22: 233-248.
- CLARKSON, TW. (1998), "Human toxicology of mercury". *J.Trace Elem. Exp.Med.* 11, pp 303-307.
- DION, M., Loranger, S., Kennedy, G., Gourchesne & F., Zayed, J. (1993), "Evaluation of black spruce (*Picea mariana*) as a bioindicator of aluminium contamination". *Water, Air and Soil Pollution* 71, pp 29-41.
- FUJIWARA F., M. Dos Santos, J.Marrero, G. Polla, D. Gómez, L.Dawidowski & P.Smichowski. (2006), "Fractionation of eleven elements by chemical bonding from airborne particulate matter collected in an industrial city of Argentina". *Journal of Environmental Monitoring* .8, pp 1-10.
- GÓMEZ D, MF Giné, AC. Sánchez Bellato and P. Smichowski (2005), "Antimony: a traffic-related element in the atmosphere of Buenos Aires, Argentina". *Journal of Environ. Monit.* 7, pp 1162-1168.
- GÓMEZ D, M Dos Santos, J.Marrero, F. Fujiwara, G. Polla, L.Dawidowski & P.Smichowski. (in press). Fractionation of metals and metalloids by chemical

bonding from particles accumulated by electrostatic precipitation in an Argentine thermal power plant. *Microchemical Journal* .

KOEPPE D.E. (1981), “Lead: understanding the minimal toxicity of lead in plants.

Effects of Trace Metals on Plant Function”. Applied Science. Pp 55-76.

Lepp N.W. Publishers, London.

LYTLE CM., BN Smith & CZ McKinnon 1995. Manganese accumulation along Utah roadways: a possible indication of motor vehicle exhaust pollution. *The Science of the Total Environment* 162: 105-109.

PANICHEV N & RI McCrindle. (2004), “The application of bio-indicators for the assessment of air pollution”. *Journal of Environmental Monitoring* 6 pp 121-123.

PERELMAN PE., MA. Castro, LE. Navarro, M. Rechi, M.Arriaga, S.López, E. Martínez

Carretero & A. Faggi. (2006), “Análisis multielemental de cortezas de Fresno (*Fraxinus pennsylvanica*) a lo largo de un gradiente urbano-periurbano en la metrópolis de Buenos Aires”. *Rev. Mus. Argentino Cienc.Nat.n.s.* 8(2), pp 231-236.

PLA R, Moreno M & M Adler. (2000), “The use of biomonitors and neutron activation analysis in the study of air pollution of Buenos Aires City”. *Proceedings of an international workshop BIOMAP, International Atomic Energy Agency, Lisbon, Portugal 1997.*

STEUBING L., R. Godoy & M. Alberdi. (2002), “Métodos de ecología vegetal”.Ed. Universitaria Santiago de Chile, Chile pp 345.

TOMASSETTI DE PIACENTINI Z. (2004), “Impacto ambiental del transporte urbano en el Gran

Mendoza”. Informe de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental. Ministerio de Ambiente y Obras Públicas. Gobierno de Mendoza.

USEPA, Environmental Protection Agency de EEUU (2000), “Cómo actúa el mercurio en el medio ambiente”. www.epa.gov/mercury/faq-espanol.htm#1

WHO (2004). *Manganese and its compounds: environmental aspects*. CICAD 63-37.

WONG CSC., L.Xiangdong & Thornton I. (2006), “Urban Environmental geochemistry of trace metals”. *Environmental Pollution* 142, pp 1-16.

Para citar este artículo:

Perelman, P - Martínez Carretero, E. - Moreno, G. - Castro, M .A. - Faggi, A. (30-08-2007). EL USO DE CORTEZA DE MORA (MORUS ALBA) COMO BIOMONITOR PARA DETECTAR CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE MENDOZA..

HOLOGRAMÁTICA - Facultad de Ciencias Sociales UNLZ

Año VI, Número 7, VI, pp.135-144, ISSN 1668-5024

URL del Documento : <http://www.cienciaried.com.ar/ra/doc.php?n=690>

URL de la Revista : <http://www.cienciaried.com.ar/ra/revista.php?wid=3>