



7^{mo}
Congreso de
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

ELEMENTOS TRAZA EN MATRICES AMBIENTALES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO LUJÁN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Trace elements in environmental matrices in the upper basin of the River Luján,
Buenos Aires

Alejo Pérez Carrera^{1,2*}, Carol Castillo Parra^{1,3}, Alicia Fernández Cirelli^{1,2}

¹ Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280 (C1427CWO). Ciudad de Buenos Aires.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Grupo de Investigación SyMA, Facultad de Medicina, Universidad Cooperativa de Colombia.
Calle 18 No. 47 -150 Toro bajo. Pasto, Colombia

Palabras clave: cromo, arsénico, matrices ambientales, efluentes

Keywords: chromium, arsenic, environmental matrices, effluents.

Título abreviado: Elementos traza en matrices ambientales del río Luján

RESUMEN

En este trabajo se estudió el contenido de metales traza en muestras de agua superficial, suelo y vegetales en la cuenca alta del río Luján, provincia de Buenos Aires. En el agua, se detectó la presencia de As ($< 10 - 115 \mu\text{g.L}^{-1}$) y de Cr (< 10 a $26000 \mu\text{g.L}^{-1}$). En este último caso, los mayores niveles concuerdan con un canal de descarga de efluentes hacia el río que superaron los valores guía para diferentes usos. En función de estos resultados se analizó el contenido de elementos traza en suelo y vegetación en zonas vecinas al canal y a lo largo del curso del río donde se tomaron las muestras de agua. En el suelo, se observaron niveles de As entre 4.7 y $11.7 \mu\text{g.g}^{-1}$, Cu entre 10 y $230 \mu\text{g.g}^{-1}$, Zn entre 28 y $311 \mu\text{g.g}^{-1}$ y Cr entre 5.5 y $488 \mu\text{g.g}^{-1}$. Las concentraciones de Cr en el suelo de la zona del canal de efluentes (promedio: $230 \mu\text{g.g}^{-1}$), fueron

significativamente superiores a las obtenidas en zonas alejadas de este punto ($6 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $63.9 \mu\text{g.g}^{-1}$). Esto evidencia la contaminación sufrida en esta matriz debida a las aguas residuales vertidas por el canal. Para el estudio de vegetación, se colectaron especies de pasto natural en la vera del canal de efluentes. Se detectó la presencia de Cu ($10 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $53 \mu\text{g.g}^{-1}$), Zn ($13 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $84 \mu\text{g.g}^{-1}$), Fe ($820 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $3125 \mu\text{g.g}^{-1}$) y Cr ($16 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $782 \mu\text{g.g}^{-1}$). Se observó un incremento de las concentraciones de estos metales en el punto de descarga del canal. En vegetales, la concentración de Cr fue más alta que en el suelo, indicando la bioacumulación de este metal en las especies estudiadas. Es importante destacar que el canal de efluentes atraviesa una zona dedicada a la cría de ganado bovino, constituyéndose en un posible factor de exposición al Cr a través del agua de bebida o del alimento.

ABSTRACT

We studied the content of trace metals in surface water samples, soil and plants in the upper basin of the River Luján, Buenos Aires. In water, detected the presence of As (<10 to $115 \mu\text{g.L}^{-1}$) and Cr (<10 to 26000mg.L^{-1}). In the latter case, higher levels are consistent with an effluent discharge canal to the river that exceeded the guideline values for different uses. Based on these results are analyzed for trace elements in soil and vegetation in areas surrounding the canal and along the river where they took water samples. On the floor levels of As were observed between 4.7 and 11.7mg.g^{-1} , Cu between 10 and 230mg.g^{-1} , Zn between 28 and 311mg.g^{-1} Cr between 5.5 and 488mg.g^{-1} . Cr concentrations in the effluent channel (average: 230mg.g^{-1}) were significantly higher than those in areas far from this point (6mg.g^{-1} - 63.9mg.g^{-1}). This shows the contamination suffered in this matrix due to the waste water discharged by the channel. For the study of vegetation, natural grass species collected in the effluent side of the channel. They detected the presence of Cu ($10 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $53 \mu\text{g.g}^{-1}$), Zn ($13 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $84 \mu\text{g.g}^{-1}$), Fe ($820 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $3125 \mu\text{g.g}^{-1}$) and Cr ($16 \mu\text{g.g}^{-1}$ – $782 \mu\text{g.g}^{-1}$). Was observed increased concentrations of these metals in the discharge channel. In plants, the Cr concentration was higher than in the soil, indicating the bioaccumulation of the metal in the species studied. Importantly, the effluent channel through an area dedicated to cattle breeding, becoming a possible source of exposure to Cr through drinking water or food.

INTRODUCCION

La República Argentina posee una excepcional riqueza hidrológica, que no sólo abarca cuerpos de agua superficial, como ríos, lagos, lagunas y esteros, sino también aguas subterráneas. Sin embargo, la distribución de estos recursos no es uniforme, ya que se concentran principalmente en las regiones del Litoral (Noreste) y Centro del país, donde la densidad demográfica también es mayor. En este sentido, la provincia de Buenos Aires, ostenta un gran potencial hídrico: lagunas debidas a la erosión eólica de la llanura pampeana; reservas de agua subterránea; aguas marítimas e importantes ríos.

Entre los principales sistemas hidrográficos de esta provincia se encuentra la Cuenca del Río Luján, que se ubica al Noroeste de la Ciudad de Buenos Aires y se extiende en sentido SO – NO, ocupando una superficie total de 2.690 Km² (CIACLU, 2005).

Según el Censo Nacional de Población de 2001, la población total en el ámbito de la cuenca, era de 1637576 habitantes (INDEC, 2001). Lo cierto es que no toda esta población se distribuye homogéneamente en el territorio y los partidos que la integran difieren mucho en superficie, desarrollo urbano e industrial y actividades socio económicas.

Esta cuenca tiene una particular relevancia, debido principalmente a la contaminación sufrida por su principal cuerpo de agua, que es utilizado como receptor de los vertimientos cloacales e industriales de la zona y por la importante densidad poblacional.

Los estudios realizados en la zona abarcan principalmente los Partidos de Luján y Tigre y se enfocan a estudios socio – económicos (Álvarez, 2000; Cruz, 2004; Craviotti, 2007) relevamiento de especies forestales y faunísticas (Gantes *et al.*, 2000; Casset *et al.*, 2001; Guichón, 2003; Di Franco, 2005); cantidad y calidad del agua proveniente del acuífero Puelche (Momo *et al.*, 1999; Momo *et al.*, 2001) y sistemas de información geográfica, con aplicación local (Serafín, 1999; Miraglia *et al.*, 2004).

Estos estudios evidencian que esta zona en particular, presenta una situación ambiental compleja, principalmente en lo que respecta al manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos vinculado al desarrollo socioeconómico y a las actividades antrópicas en la región (CIMA, 2007). Varios autores coinciden en afirmar que el problema más grave de la cuenca es la elevada contaminación del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo, lo que se manifiesta especialmente en la zona más poblada y con mayor proporción de industrias de todo tipo, desde Mercedes hasta la desembocadura del río Luján en el delta del Paraná.

Entre los contaminantes detectados, la presencia de elementos traza inorgánicos en matrices ambientales requiere seria atención, por tratarse de elementos de marcada toxicidad para los seres vivos, no biodegradables y con capacidad de bioacumularse a lo largo de la cadena trófica hasta llegar al hombre, por lo cual la exposición no sólo se produce a través del agua de bebida, sino también a través de los alimentos (Manahan, 2002). Las formas presentes en las matrices ambientales pueden presentar una elevada toxicidad, alta persistencia y capacidad de acumulación por los organismos vivos. Su detección en matrices ambientales permite una mejor evaluación del grado de contaminación, pues el aire, el agua, el suelo, los sedimentos y la biota pueden actuar como reservorios de éstos y a través de las interacciones medioambientales (cambios de

pH, potencial redox, oxígeno disuelto o presencia de quelatos orgánicos, etc.) ser liberados o intercambiados y quedar biodisponibles (Förstner, 1987).

En el caso de las actividades antrópicas, los metales traza de origen industrial pueden alcanzar los ambientes acuáticos a través de tres vías principales: la deposición de material particulado atmosférico, la escorrentía superficial y lixiviación de suelos contaminados y la disposición de residuos industriales en cuerpos de agua. En la mayoría de los casos, los efluentes industriales llegan a los ríos sin el debido tratamiento, ocasionando también un efecto negativo sobre el agua subterránea, principalmente por la acumulación en distintas matrices ambientales.

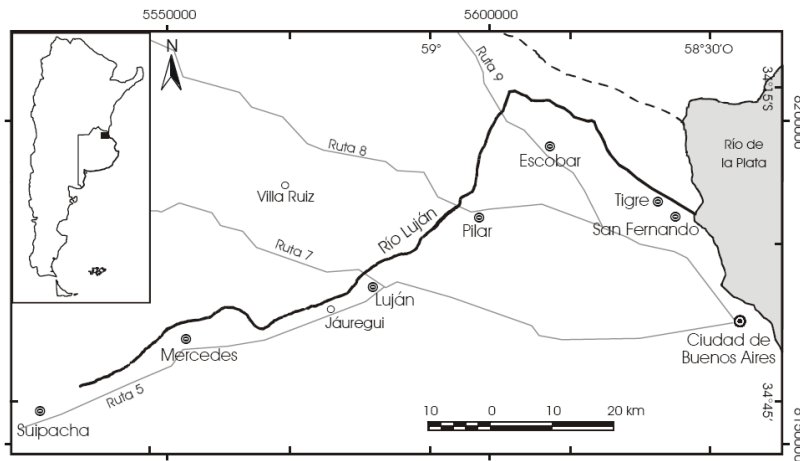
El riesgo a la salud por contaminación de metales pesados depende principalmente de su nivel de acumulación en el organismo y aumentan si el tiempo de exposición es prolongado.

En el hombre, la exposición a estos elementos está relacionada con una gran variedad de problemas de salud como retrasos en el desarrollo, daños sistémicos y desarrollo de cáncer u otras enfermedades, pudiendo causar en algunos casos la muerte. (NIOSH, 1995; Pereira *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2009; Ferré-Huguet *et al.*, 2009; Wanga *et al.*, 2009; Whyte *et al.*, 2009).

METODOLOGIA

Zona de Estudio

Los partidos que involucra la Cuenca del río Luján son: Suipacha, Mercedes, Gral. Rodríguez, Luján, San Andrés de Giles, Exaltación de la Cruz, Pilar, Belén de Escobar, San Fernando, Tigre, Campana, Moreno y José C. Paz, como puede observarse en la Figura 1.



Fuente: Guichón, 2003

Figura 1. Partidos que componen la Cuenca del río Luján.

Figure 1. Towns of the Lujan River Basin.

La zona de estudio abarcada en este estudio corresponde al Partido de Mercedes, Provincia de Buenos Aires, cuyo principal núcleo urbano es la ciudad de Mercedes, situada a 100 Km. de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La superficie del partido es de 1.050 Km², de estos 1.038 Km² corresponden a la zona rural y 12 Km² a la superficie Urbana. Según el último Censo Nacional de Habitantes, el partido tiene una población de 63.284 habitantes (INDEC, 2010).

Recolección de muestras

Para el análisis de agua se realizaron dos campañas de muestreo, en seis estaciones diferentes a lo largo del río, partiendo en la zona de su nacimiento en el partido de Suipacha, antes de su paso por la ciudad de Mercedes, en su recorrido a través de Mercedes, en el canal de efluentes que cruza la ciudad y luego de abandonar esta zona específica. La primera campaña de muestreo fue realizada en época de verano, mientras que la segunda fue realizada durante el periodo invernal, coincidiendo con los regímenes de mayores y menores precipitaciones de la zona, respectivamente. Para el análisis de suelo y vegetales, las muestras fueron colectadas en la segunda campaña de muestreo en los puntos coincidentes con la recolección de las muestras de agua (Figura 2).



Figura 2. Puntos de muestreo.

Figure 2. Sampling sites.

Preparación de muestras y determinaciones analíticas

La toma y preparación de muestras de las diferentes matrices se efectuó siguiendo el protocolo estandarizado que se reporta en la literatura (APHA, 1998; USDA, 1996).

En las muestras de agua, se determinó *in situ*, la conductividad específica, con un conductímetro Hanna, modelo HI 9033 W, la temperatura y el pH con un pH-metro Hanna, modelo HI 9025 CW. A través de las determinaciones de laboratorio se evaluaron: sólidos totales disueltos, sulfatos y cloruros, según las técnicas empleadas habitualmente y descritas en APHA, 1998; y el US Geological Survey (USDA, 1996).

En las muestras de suelo se analizaron los siguientes parámetros: pH, Conductividad Eléctrica (CE), Materia Orgánica y textura.

Las metodologías analíticas utilizadas están aceptadas internacionalmente y figuran en manuales de instituciones tales el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1996), que se encuentra en la bibliografía internacional (Sparks, 1996) y los habitualmente utilizados en la República Argentina (Edafología, 2004).

Determinación de elementos traza en diferentes matrices

La cuantificación de los elementos minoritarios, en agua, suelo y material vegetal, se llevó a cabo mediante la técnica de ICP-OES (inductively coupled plasma – optic emission spectroscopy). El equipo utilizado fue un espectrómetro PERKIN ELMER Optima 2000 DV, siguiendo las técnicas estadarizadas reportadas en la literatura (Garden & Mitchell, 1980; Draper & Smith, 1981; Milburn, 1996; Rius, 1996; Dennaud & Howes, 2001). Las muestras se analizaron por triplicado, con un error relativo menor al 1%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados de calidad del agua

Los resultados obtenidos a partir de los parámetros físico - químicos analizados se presentan en la Tabla 1.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observó una diferencia significativa en el contenido de sólidos totales disueltos (STD) entre el primer y segundo muestreo. En el primer caso, las observaciones corresponden a época de verano, caracterizada en la zona por abundantes lluvias. En el segundo caso, las muestras se recogieron en periodo de invierno, cuando las lluvias son escasas. Por este motivo, las determinaciones realizadas en el primer muestreo presentan menores concentraciones en los parámetros analizados, especialmente en el caso de los STD.

En el primer muestreo la conductividad y los STD en los puntos tres y cuatro presentaron valores muy superiores al resto de estaciones, coincidiendo con el punto de descarga del canal de efluentes que recoge algunos vertimientos domésticos de la zona y otros del antiguo parque industrial de la ciudad. En el segundo muestreo, estos parámetros presentan un comportamiento similar al observado en el primero. En el caso del pH los valores descienden en el cuarto punto en ambos muestreos, donde hay mezcla con el efluente, cuyo pH alcalino es característico de las industrias curtidoras.

Respecto de los niveles de sulfatos y cloruros, en las estaciones 1 y 2 se registraron los valores más bajos, mientras que en las estaciones 3 y 4 se observó un incremento notable en su concentración. En las estaciones siguientes disminuyen los niveles de sulfatos y cloruros en las aguas del río Luján, probablemente debido a que este punto

Tabla 1. Parámetros físico-químicos del agua superficial**Table 1.** Physicochemical parameters - Surface water

Parámetro	1 ⁺		2		3		4		5		6	
	1M*	2M**	1M	2M	1M	2M	1M	2M	1M	2M	1M	2M
pH	8.28	8.3	8.4	8.78	7.61	7.39	7.49	7.1	8.35	8.3	8.10	8.25
CE***	1.8	2.56	1.9	2.8	4.8	11.3	7.8	13	3.72	4.3	2.60	4
STD****	100	2261	520	2182	4840	6881	5185	8795	1975	2990	1585	2730
Sulfatos (mg.L ⁻¹)	153	248	172	264	249	408	364	456	211	344	192	304
Cloruros (mg.L ⁻¹)	21	29	15	32	229	257	278	372	42	70	50	63

⁺: Sitios de Muestreo

* 1M : Primer Muestreo, época de verano.

** 2M: Segundo muestro, época de invierno.

*** CE (Conductividad eléctrica, mS/cm)

**** STD (Sólidos Totales Disueltas, mg.L⁻¹)

corresponde a una zona de recarga de acuíferos, lo cual podría contribuir al cambio de concentración de estos parámetros.

En el caso de los elementos traza inorgánicos estudiados, las concentraciones de Pb, Cd y Ni en las muestras de agua estuvieron por debajo de los límites de detección de la técnica analítica utilizada, mientras que en el caso del Cr y As, los resultados obtenidos se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Elementos traza en muestras de agua superficial provenientes del río Luján

Table 2. Trace elements in water samples from río Luján ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

Sitio de Muestreo	1		2		3		4		5		6	
	1M ¹	2M ²	1M	2M	1M	2M	1M	2M	1M	2M	1M	2M
As	20,5	112	43	110	<10 ¹	27,3	<10	27,4	89,9	111	64,8	115
Cr	<6 ²	<6	<6	<6	575,2	1910	1242,1	26500	49,1	2200	61,8	59,8

¹Límite de detección de la técnica para As

²Límite de detección de la técnica para Cr

Durante la primera campaña de muestreo, los niveles de Cr en la estaciones 1 y 2 estuvieron por debajo del límite de detección de la técnica utilizada. Sin embargo, en las estaciones 3 y 4, coincidentes con el canal de efluentes, se registraron altísimas concentraciones de este elemento, $575.2 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $1242.1 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente. En la segunda campaña de muestreo se encontraron patrones de comportamiento similares pero con concentraciones superiores: $1910 \mu\text{g.L}^{-1}$ para la estación 3 y $26500 \mu\text{g.L}^{-1}$ para la 4. Lo anterior es una clara muestra que la presencia de Cr en el cuerpo de agua estudiado, proviene de los vertidos conducidos por el canal de efluentes hacia el río Luján, corroborando la tesis que este canal es el punto de contaminación con mayor impacto en este tramo del cuerpo de agua. En las estaciones 5 y 6 las concentraciones

de Cr fueron menores que los puntos anteriores, pero aún superiores a lo establecido en los niveles guía de calidad del agua para diferentes usos para este parámetro.

La concentración de As en estas muestras de agua, presentó un comportamiento diferente al observado con el Cr. En la primer campaña de muestreo se observaron trazas de As en las estaciones 1 y 2, cuyos valores se encuentran dentro del rango reportado en diferentes trabajos para el río Luján (O'Farrell *et al.*, 2002; Prieto *et al.*, 2004), teniendo en cuenta la presencia natural de este elemento en esta zona del país. En las estaciones 3 y 4, la concentración descendió por debajo del límite de detección de la técnica analítica utilizada, lo cual podría estar favorecido por el descenso de pH y el Oxígeno Disuelto en estos puntos, factores que disminuyen la disponibilidad del As en esta matriz.

Los niveles de As registrados durante la segunda campaña de muestreo en el inicio del recorrido del río, son semejantes a las reportadas en otro trabajo para los cuerpos de agua de la región Noroeste de la provincia de Buenos Aires, en el periodo estival. Igualmente, se observó una disminución de la concentración de este elemento en los puntos 3 y 4, tal como se observó durante el primer muestreo. A partir del punto 5 las mediciones recobran el valor registrado al inicio del recorrido del río y se mantienen más o menos en un rango constante entre 100 y 110 $\mu\text{g.L}^{-1}$, disminuyendo hasta 59.8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en el último punto.

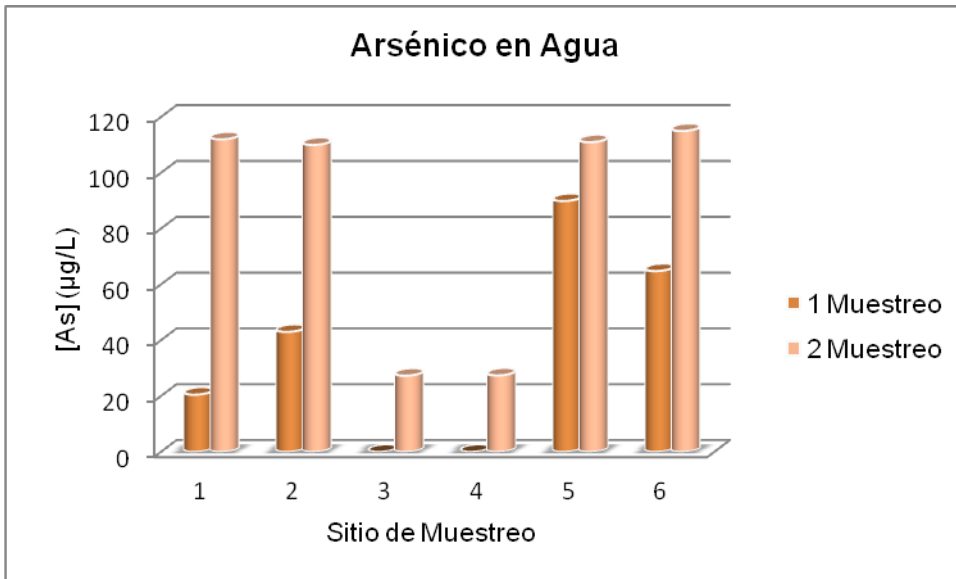


Figura 3. Concentraciones de arsénico en muestras de agua.

Figure 3. Arsenic concentrations in water.

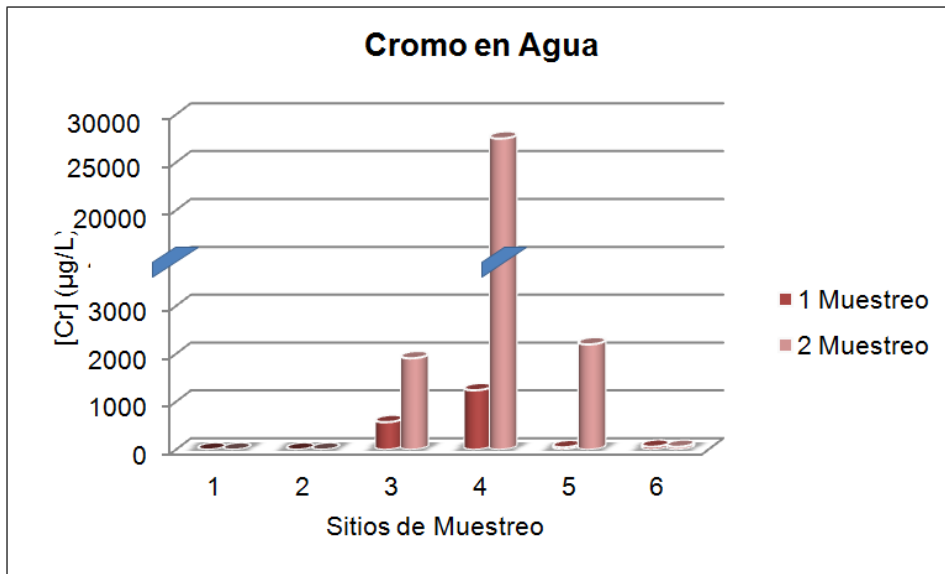


Figura 4. Concentraciones de Cromo en muestras de agua.

Figure 4. Chromium concentration in water.

Niveles de elementos traza en suelos y vegetales

En la Tabla 3 se resumen los resultados obtenidos en la evaluación de los parámetros físicos de las muestras de suelo estudiadas.

Tabla 3. Análisis de parámetros físico – químicos en muestras de suelo.

Table 3. Physical - chemical analysis in soil samples.

Parámetro	1S	2S	4S	5S	7S
pH	8.10	8.21	7.65	8.13	8.18
CE*	3.18	3.44	8.11	5.21	4.12
MO**	2.11 %	2.38 %	2.18 %	3.25 %	2.45 %
Textura***	FL ⁺	FL	FL	FL	FL

*CE (Conductividad eléctrica mS/cm)

** MO (Materia orgánica)

*** Textura Franco – limosa

Las propiedades físicas de las muestras de suelo estudiadas, indican que el pH y la conductividad no varían significativamente a lo largo de la margen del río Luján en la zona estudiada, excepto en el punto 4 de muestreo, que coincide con la desembocadura del canal de efluentes, donde sufre una disminución en el valor de pH y un considerable aumento en la conductividad, pudiéndose atribuir este incremento a las sales disueltas contenidas en los efluentes transportados por el canal. Las pruebas de textura dieron como resultado que las muestras estudiadas se ubican dentro del Área del suelo Franco – Limoso del diagrama textural, acorde a lo reportado para esta zona.

Con respecto a los elementos traza, los resultados permiten observar que en el punto 4 existen concentraciones elevadas de los elementos detectados, en comparación a los

valores hallados en puntos de muestreo previos. Tomando como referencia los Niveles Guía de Calidad de Suelos, del Decreto 831 de la Ley 24051, los valores de As ($11.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), Cr ($488 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), Ni ($8.58 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) y Pb ($71.24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) no superan los límites establecidos por la norma para los usos agrícola e industrial. En el caso del Cu y el Zn ($230 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ y $311 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente) exceden el límite establecido para el uso agrícola que considera $150 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para Cu y 300 para Zn, como puede verse con claridad en la Tabla 4.

Tabla 4. Niveles de elementos traza en muestras de suelo ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Table 4. Trace elements content in soil samples ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Parámetro	1S	2S	4S	5S	7S
As	4.7	6.8	11.7	4.3	11.3
Cr	5.9	5.5	488.5	11.3	63.9
Cu	10.4	118.3	230.9	16.6	41.0
Ni	4.5	3.6	8.6	4.1	6.7
Pb	11.8	12.1	71.2	18.8	23.2
Zn	30.8	28.3	311.0	50.4	79.0

Componentes mayoritarios en la vegetación

Con respecto a los análisis realizados a las muestras de material vegetal, los componentes mayoritarios S, Ca, P, Mg, K y N se encontraron en concentraciones dentro del rango reportado en la literatura, como puede apreciarse en la Tabla 5.

Tabla 5. Componentes mayoritarios en material vegetal (g/100g).**Table 5.** Major components in vegetable material

Parámetro	1 V	2 V	4 V	5V
S	0,33	0,42	0,44	0,36
Ca	0,56	0,61	0,45	0,30
P	0,36	0,31	0,29	0,24
Mg	0,21	0,23	0,3	0,30
K	3,26	2,85	2,15	2,43
N	2,07	2,13	2,18	2,12

Respecto del análisis de los elementos traza, se detectó la presencia de Cu, Zn, Fe y Cr.

Los niveles de Cu, Zn y Fe estuvieron dentro de los valores reportados por otros autores en los suelos. Sin embargo, los niveles de Cr son muy altos en el punto 4, siendo esta una nueva evidencia de los efectos producidos por los niveles de este elemento en el canal de efluentes. En contraste con esto, los niveles de As y Pb estuvieron, en todos los caso, por debajo del límite de detección de la técnica utilizada. Estos resultados pueden observarse en la Tabla 6.

Tabla 6. Elementos traza en material vegetal ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).**Table 6.** Trace elements in plant material ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Parámetro	1 V	2 V	4 V	5V	7V
As	ND	ND	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	16	17	782	116	29
Cu	10	12	53	33	13
Zn	13	22	84	78	26
Fe	1427	1288	3125	3119	820

CONCLUSIONES

El análisis físico – químico de las matrices ambientales estudiadas permite observar que a partir de los puntos 3 y 4 de muestreo, los parámetros sufren una considerable modificación que repercute directamente en una disminución en la calidad del recurso hídrico y sobre la vegetación. Los puntos mencionados coinciden con el canal de efluentes industriales y cloacales que atraviesa la ciudad de Mercedes.

Al comparar las concentraciones de As y Cr en las matrices agua, suelo y vegetación, se puede observar que el agua es la matriz que presenta los valores mayores.

Particularmente para el caso del As se detectaron trazas del elemento únicamente en agua y suelo. En el agua, en el punto 4 el valor de As disminuye y en el suelo en el

mismo punto presenta su máximo valor. En el caso del Cr, su presencia fue detectada en todas las matrices analizadas, su mayor concentración se observó en la estación de muestreo 4, mientras que ahí en adelante los valores disminuyen levemente sin llegar a las concentraciones iniciales.

Las altas concentraciones de Cr, la caracterización de la zona y la revisión de antecedentes permiten afirmar que los vertimientos son característicos de las industrias curtidoras, por ende, los esfuerzos por recuperar la calidad del río Luján en este punto, deben enfocarse en aspectos vinculados con el adecuado tratamiento de los efluentes y al cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a los niveles máximos de descarga considerados con la reglamentación vigente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento recibido parte de la Universidad de Buenos Aires, el CONICET y la OEA, quien otorgó una beca de estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez G. 2000. Dinámica demográfica y evolución de la pobreza en la Cuenca del río Luján, Buenos Aires (1980-1991). *IV Jornadas de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales*. UBA.
- APHA. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Editorial Díaz de Santos, S.A., Madrid: 1576 p

- Carvalho A, Santos A, Pereira S & Alves C. 2009. Levels of As, Cd, Pb and Hg Found in the Hair from People Living in Altamira, Pará, Brazil: Environmental Implications in the Belo Monte Area. *J Braz Chem Soc*, 20 (6): 1153-1163
- Casset M, Momo F & Giorgi A. 2001. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la Cuenca del río Luján (Argentina). *Ecología Austral*, 2
- Código Alimentario Argentino. 2001. Artículo 982, Agua potable. Capítulo 12. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada.
- CIMA (Comisión Interdisciplinaria de Medio Ambiente). 2007. Jornadas Interdisciplinarias Ambiente Sustentable. Mercedes, Buenos Aires
- Craviotti C. 2007. Tensiones entre una ruralidad productiva y otra residencial, El caso del Partido de Exaltación de la Cruz, Buenos Aires, Argentina. *Economía y Territorio*. Enero/Abril, 6 (23): 745-772
- Cruz M. 2004. Situación socio-habitacional y morbilidad asistida en la ciudad de Luján. *Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa*, Buenos Aires
- Dennaud J & Howes A. 2001. Study of ionic-to-atomic line intensity ratios for two viewing-based inductively coupled plasma atomic emission spectrometers. *Spectrochimica Acta*, 56 (1): 101-112
- Di Franco L. 2005. Relevamiento de especies forestales a través de fotografías aéreas. Laboratorio de PRODITEL. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján, Bs As, Argentina
- Draper N & Smith H. 1981. *Applied regression analysis*. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York
- Edafología. 2004. Guía de Trabajos Prácticos de Edafología, FAUBA: 99 p

- Ferré-Huguet N, Nadal M, Schuhmacher M & Domingo J. 2009. Monitoring Metals in Blood and Hair of the Population Living Near a Hazardous Waste Incinerator: Temporal Trend. *Biol Trace Elem Res*, 28 (3):191-199
- Förstner U. 1987. Contaminated Sediments. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 21: 1-57
- Gantes P, Momo F, Sanchez Caro A & Gómez J. 2000. Descomposición de macrófitas en el Arroyo Las Flores. *Biología Acuática*, 2: 131 – 136
- Garden J & Mitchell D. 1980. Nonconstant Variance Regression Techniques for Calibration-Curve-Based Analysis. *Analytical Chemistry*, 52
- Guichón M L. 2003. *Distribución espacial, comportamiento y estructura de poblaciones del coipo Myocastor coypus en la Cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Buenos Aires: 75p
- Ley 24051. Régimen de Desechos Peligrosos. Decreto Nacional 831/93, Reglamentación de la Ley 24051.
- Manahan S. 2002. *Environmental Chemistry*,. 7th Edition: 876 p
- Milburn P. 1996. Automated Addition of Internal standards for Axial-View Plasma ICP Spectrometry Using the Optima 3000 XL. *Atomic Spectroscopy*, 17 (1): 9-14
- Miraglia M, Reboratti L, Graham M, Sadañiowski I, Miño M, Kleinjan E, Pietruschka G & Borillo JA. 2004. *La versatilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis territorial en la gestión urbana en áreas inundables. El caso del Valle del río Luján en el Partido de Pilar (Provincia de Buenos Aires)*. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, Provincia de Buenos Aires

- Momo F, Cuevas W, Giorgi A, Banchemo M, Rivelli S, Gómez Vázquez A & Feijoo C. 1999. Evaluación de la calidad de las aguas subterráneas. Universidad Nacional de Luján.
- Momo F, Cuevas W, Giorgi A, Banchemo M, Rivelli S, Taretto C, Gómez Vázquez A & Feijoo C. 2001. Mapping The Water Quality Of The Puelchense Subaquifer In Luján. Universidad Nacional de Luján
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). 1995. NTIS Publication No. PB-94-195047: Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): NIOSH Chemical Listing and Documentation of Revised IDLH Values.
- O'Farrell I, Lombardo R, Tezanos Pinto P & Loez C. 2002. The assessment of water quality in the Lower Luján River (Buenos Aires, Argentina): phytoplankton and algal bioassays. *Environmental Pollution*, 120: 207-218
- Pereira R, Ribeiro R & Gonçalves F. 2004. Scalp hair analysis as a tool in assessing human exposure to heavy metals (S. Domingos mine, Portugal). *Science of The Total Environment*, 327, (1-3): 81-92
- Prieto A, Blasi A, De Francesco C & Fernández C. 2004. Environmental history since 11,000 14C yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. *Quaternary Research*, 62: 146-161
- Rius J & Rius X. 1996. Assessing the accuracy of analytical methods using linear regression with errors in both axes. *Analytical Chemistry*, 68 (11): 1851-1857
- Serafín MC, Angelini M E, Cassini M H, Guichón ML & Benítez A. 1999. Caracterización ambiental de la cuenca del río Luján (Argentina) aplicando dos metodologías de procesamiento de información satelitaria. *Revista de teledetección: Revista de la Asociación Española de Teledetección*, 11: 5-12

- Sparks DL. 1996. *Methods of soil analysis: Part 3- Chemical methods*. SSSA Book Series: 5, ASA, Madison, Wisconsin, USA
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. 2003. Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente.
- Universidad Nacional de Luján. 2007. Centro de Información Ambiental de la Cuenca del río Luján (CIACLU)
- USDA. 1996. *Soil Survey laboratory methods manual*. Soil Survey Investigations Report N° 42. Version 3.0., Washington DC, USA : 693 p
- Wanga T, Fua J, Wanga Y, Chunyang L, Yongqing T & Guibin J. 2009 Use of scalp hair as indicator of human exposure to heavy metals in an electronic waste recycling area. *Environmental Pollution*, 157 (8-9): 2445-2451
- Whyte A, Hook R, Greening G, Gibbs-Smith E & Gardner J. 2009. Human dietary exposure to heavy metals via the consumption of greenshell mussels (*Perna canaliculus* Gmelin 1791) from the Bay of Islands, northern New Zealand. *Science of The Total Environment*, 407 (14): 4348-4355