



USO DE *LACTUCA SATIVA* COMO ESPECIE DIAGNÓSTICO EN SEDIMENTOS ENMENDADOS CON COMPOST

USE OF *LACTUCA SATIVA* AS A DIAGNOSTIC SPECIES IN SEDIMENTS AMENDED WITH COMPOST

do Carmo, Luis Ignacio; Rendina, Alicia; Bursztyn, Amalia; de los Ríos, Alejandra; Arnedillo, Gonzalo; Iorio, Alicia.

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

docarmo@agro.uba.ar

Resumen

Se evaluó la toxicidad de sedimentos provenientes de la parte baja de la cuenca Matanza-Riachuelo a través de un bioensayo en macetas utilizando *Lactuca sativa* como especie diagnóstica. Asimismo, se valoró la incorporación de compost como enmienda destinada a favorecer la inmovilización de metales pesados. Finalizado el ensayo se determinó la concentración de metales extractables en los sustratos utilizados, la concentración de metales en biomasa aérea y una serie de variables morfológicas en las plantas. La incorporación de enmienda en los sedimentos permitió registrar valores de metales pesados extractables menores que en el sedimento puro. De igual forma, la bioacumulación de metales pesados en biomasa aérea se redujo y los parámetros morfológicos mejoraron sus valores. Se concluyó que la incorporación de esta enmienda en sedimentos contaminados puede ser de suma utilidad dentro de un proceso de remediación natural asistida, reduciendo la degradación ambiental causada por la disposición de sedimentos dragados.

Palabras clave: Sedimentos, Toxicidad, Compost, Bioensayo.

Introducción

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del agregado de enmiendas orgánicas a sedimentos de la cuenca Matanza-Riachuelo sobre parámetros morfológicos y bioquímicos de *Lactuca sativa* var. *Batavia* como herramienta de diagnóstico ambiental.

La necesidad de dragar determinados ríos para permitir la navegación o como estrategia de saneamiento ambiental, ha causado controversia acerca del destino final de los sedimentos extraídos, especialmente cuando los mismos poseen elevadas cargas orgánicas o contaminantes inorgánicos. En numerosas ocasiones estos ríos atraviesan núcleos densamente poblados, así como polos industriales, los cuales actúan como fuente de contaminación tanto sobre las aguas como sobre los sedimentos que posteriormente serán dragados (Ratto et al., 2010). La disposición de estos sedimentos, sin las correspondientes precauciones, puede afectar negativamente el ambiente circundante debido a las altas concentraciones de metales pesados (MP) y compuestos orgánicos, por lo que será de suma importancia conocer las características fisicoquímicas de los sedimentos, los factores que afectan la movilidad y retención de los metales y su relación con los efectos toxicológicos sobre organismos.

El compost ha sido caracterizado como una sustancia o mezcla de sustancias de carácter mineral u orgánico, que se incorpora al suelo para modificar favorablemente sus características fisicoquímicas, sin tener en cuenta su valor como fertilizante. Numerosos autores han detallado la importancia de la incorporación de enmiendas orgánicas en la disminución de la disponibilidad y bioacumulación potencial de MP presentes en suelos y sedimentos (Bolan y Duraisamy, 2003; László, 2005; Zubillaga, 2012).

Lactuca sativa ha sido históricamente una de las especies más utilizadas en el desarrollo de ensayos ecotoxicológicos para evaluar contaminación en suelos. El uso de lechuga para la determinación de efectos adversos por exposición a sustancias tóxicas, ha sido recomendado por distintos organismos Internacionales (ISO, 1995).

Materiales y Métodos

Se realizó un ensayo con sedimentos provenientes de un sitio ubicado en la parte baja de la cuenca Matanza-Riachuelo, zona con asentamientos urbanos intensivos y con industrias agrupadas. El punto de muestreo se ubicó en las cercanías del club Regatas de Avellaneda (Figura 1). Para la elección del sitio se utilizó de referencia trabajos previos (Mosso, 2013 y Bursztyn Fuentes, 2015) que reportaron niveles altos de Cu, Cr, Ni, Pb, Zn en sedimentos superficiales de esa zona. El compost utilizado en este ensayo fue donado por el CEAMSE. El mismo se produjo en base a residuos de poda.



Figura 1. Ubicación del sitio elegido para el muestreo de sedimentos

Se evaluaron tres tratamientos. El primero correspondiente a sedimento puro (AV100), el segundo compuesto por 85% de sedimento y 15% de compost (AV85) y el tercero compuesto por 70% de sedimento y 30% de compost (AV70). Posterior al armado de los sustratos, los mismos se estabilizaron dentro de las macetas por un período de 10 días. Las plantas de *Lactuca sativa* var. *Batavia* utilizados en este ensayo fueron producidos en bandejas de siembra (Figura 2). Luego de 15 días las plantas de *Lactuca sativa* fueron trasplantadas a las macetas. La duración del ensayo fue de 30 días, posterior al trasplante. Cada tratamiento contó con cuatro réplicas y el diseño experimental fue completamente aleatorizado. El ensayo se llevó a cabo en condiciones controladas de humedad y temperatura.



Figura 2. Macetas y plantas utilizadas en el ensayo

Determinaciones

Previamente a comenzar el ensayo se realizó la caracterización fisicoquímica del sedimento utilizado. Se determinaron las concentraciones de Cu, Cr, Ni, Pb, y Zn extractables siguiendo la metodología de Lindsay y Norvell (1978). De igual manera se determinaron las concentraciones de metales extractables presentes en los sustratos al día de la cosecha. Finalizado el ensayo se determinó: altura de la planta (cm), peso aéreo seco (g), peso radicular seco (g), número de hojas, diámetro del tallo (mm) y concentraciones de Cu, Cr, Ni, Pb, Zn en la biomasa aérea.

Resultados

En la Tabla 1 se expresan los valores de metales pesados extractables (MEX) determinados en el sedimento superficial del sitio RI-AV previo al desarrollo del ensayo. Finalizado el ensayo se

determinaron los MEX para cada uno de los tratamientos utilizados. Las concentraciones de Cr, Ni, y Zn extractables disminuyeron significativamente ante el agregado de 15% de compost en comparación con el tratamiento AV100. Para el Cu y el Pb la disminución se produjo con la aplicación de 30% de enmienda (Tabla 2).

Tabla 1. Concentraciones de Cu, Cr, Ni, Pb, Zn extractables con DTPA en sedimento puro.

SITIO	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
RI-AV	51,7	0,2	8,4	65,3	322,4

Tabla 2. Concentraciones de Cu, Cr, Ni, Pb, Zn extractables con DTPA en tratamientos. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

TRATAMIENTO	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
AV 100	50,2 (a)	0,4 (a)	8,4 (a)	62,5 (a)	313 (a)
AV 85	48,5 (a)	0,2 (b)	6,0 (b)	56,4 (ab)	283 (b)
AV 70	44,0 (b)	0,3 (b)	4,5 (c)	40,6 (b)	226 (c)

La disminución de las concentraciones de MEX ante la aplicación de compost pueden deberse a dos factores. Por un lado, sería esperable observar una disminución de la concentración de MEX al mezclar un sedimento con otro componente con concentración de MEX inferior, a causa del efecto de dilución. Por otro lado, la incorporación de MO con alto grado de humificación presente en las enmiendas orgánicas, puede disminuir la toxicidad de los metales por desplazamiento de las formas fácilmente disponibles (solubles o de cambio) y posterior fijación en formas menos solubles. La disminución de MEX ante el agregado de compost ha sido mencionada por numerosos autores (Clemente et al. 2006; Rendina et al. 2011). La determinación de MP bioacumulados en biomasa aérea arrojó que la incorporación de 15% y 30% de compost en el sedimento, disminuyó significativamente la concentración de Cu, Cr, Ni, Pb y Zn detectado en las hojas de *Lactuca sativa* (Tabla 3).

Tabla 3. Concentraciones de Cu, Cr, Ni, Pb, Zn bioacumulado en biomasa aérea de *Lactuca sativa*. Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

TRATAMIENTO	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
AV 100	24,0 (a)	4,0 (a)	32,6 (a)	26,9 (a)	306,3 (a)
AV 85	18,9 (b)	2,8 (b)	11,9 (b)	12,9 (c)	244,6 (b)
AV 70	17,8 (b)	3,2 (ab)	8,7 (b)	14,4 (b)	157,4 (c)

Para las variables altura, número de hojas, diámetro del tallo y peso aéreo-radicular seco, la aplicación de 15% de compost generó incrementos significativos en comparación con el tratamiento de AV100. La variable longitud de raíz aumentó significativamente ante el agregado de 30% de enmienda (Tabla 4). Numerosas publicaciones siguen la tendencia observada en este trabajo. Ante el agregado de enmiendas orgánicas se registran incrementos en la biomasa aérea, número de hojas y altura (Folefack 2009; Rotondo et al, 2009; Villalobos et al, 2013)

Tabla 4. Comparación de parámetros entre tratamientos. Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

VARIABLES	TRATAMIENTOS		
	AV 100	AV 85	AV 70
Altura (cm)	1,7 (c)	6,8 (b)	11,0 (a)
N° de Hojas	3,0 (c)	7,0 (b)	9,4 (a)
Diámetro del tallo (mm)	2,4 (b)	4,7 (a)	6,3 (a)
Longitud de raíz (cm)	5,7 (b)	9,8 (b)	17,6 (a)
Peso radicular seco (g)	0,01 (c)	0,04 (b)	0,12 (a)
Peso aéreo seco (g)	0,02 (c)	0,13 (b)	0,39 (a)



Conclusiones

El bioensayo con *Lactuca sativa* fue una buena herramienta para evaluar la fitotoxicidad de un sedimento proveniente de la cuenca baja del río Matanza-Riachuelo y valorar el efecto de la incorporación de una enmienda orgánica.

Las concentraciones de Cr, Ni y Zn extractables disminuyeron significativamente ante la incorporación de 15% de compost, mientras que Cu y Pb disminuyeron en el tratamiento con 30% de enmienda.

La incorporación de compost mejoró los parámetros morfológicos en individuos de *Lactuca sativa* cultivados en los tratamientos evaluados.

El agregado de compost sobre sedimentos contaminados con metales pesados constituye una herramienta eficiente y económica para favorecer el desarrollo de plantas, siendo necesario evaluar esta técnica en mayor escala.

Bibliografía

- Bolan, N., Duraisamy, P.V.** 2003. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: A review involving specific case studies. Australian Journal of Soil Research.
- Bursztyn Fuentes, A.L.** 2015. Optimización del proceso de fitoextracción en sedimentos dragados del Riachuelo mediante la incorporación de ligandos orgánicos. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Clemente, R., Almela, C., Bernal, M.P.** 2006. A remediation strategy based on active phytoremediation followed by natural attenuation in a soil contaminated by pyrite waste. Environ. Pollut. 143: 397-406pp.
- Folefack, A.J.J.** 2009. The substitution of inorganic fertilizers by compost from household waste in Cameroon: economic analysis with a partial equilibrium model. Waste management research, 27,207–223pp.
- ISO 11269-2**, 1995. Soil Quality-determination of the Effects of Pollutants on Soil Flora. Part 2: Effects of Chemicals on the Emergence of Higher Plants. International Organization for Standardization, Genève, Switzerland
- László, S.** 2005. Stabilization of metals in acidic mine spoil with amendments and red fescue (*Festuca rubra* L.) growth. Environmental Geochemistry and Health. 27, 289pp
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A.** 1969. *Equilibrium relationships of Zn²⁺, Fe²⁺, Ca²⁺ and H⁺ with EDTA and DTPA in soils.* Proceedings of the Soil Science Society of America. Vol. 33:62–68pp.
- Mosso, C.** 2013. Fitoestabilización de sedimentos del río Matanza-Riachuelo: efectos sobre el comportamiento de metales pesados. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Ratto, S., Vanie, M., Pierini V. y Giuffré L.** 2010. Bioensayos de toxicidad aguda con *Lactuca sativa* en sedimentos contaminados del río Reconquista en disposición final. Rev. Fac. Agr. UBA 30(3):179-185pp.
- Rendina, A.E., Barros M.J., de Iorio, A.F.** 2011. Changes in the speciation, partitioning and phytoavailability of chromium induced by organic soil amendments. Chemical Speciation and Bioavailability 23 (1): 53-61pp.
- Rotondo, R., Firpo, I.T., Ferreras, I., Toresani, S., Fernández S., Gómez E.** 2009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. Horticultura Argentina 28:18–25pp.
- Villalobos, J., Velásquez Valle, M.A, Osuna Ceja, E.S., Rodríguez H.** El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero the use of organic fertilizers in the production of vegetables under greenhouse conditions.
- Zubillaga, M.S., Bressan, E., Lavado, R.S.** 2012. Effects of Phytoremediation and application of organic amendment on the mobility of heavy metals in a polluted soil profile. International Journal of Phytoremediation 14 (3): 212-220pp.