

Contenido de Pb en el cultivo de alfalfa, regado con aguas residuales

SOLÍS-MARTÍNEZ, Martín *†, CARRILLO-GONZÁLEZ, Rogelio, BARRIOS-AYALA, Aristeo, ALCÁNTARA-JIMÉNEZ, José Ángel

^Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av. Vicente Guerrero No. 81 1er. Piso Col. Centro. Iguala, Guerrero. C.P. 40000. Tel. y Fax 01 (733) 332-43 28. E-mail: solmar_1112@yahoo.com.mx

^^Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5 Carretera México-Texcoco, C.P. 56230. Montecillo, Mpio. de Texcoco. Edo. de México.

^^^Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Iguala. km 2.5 Carretera Iguala-Tuxpan. C.P. 40000. Iguala, Guerrero.

Recibido Julio 31, 2014; Aceptado Enero 30, 2015

Resumen

El valle del Mezquital es una tierra de contrastes, pues a pesar de su aridez, 61 por ciento de su población, aproximadamente 420 mil habitantes, viven de la agricultura y han hecho de esta región, mediante el uso de aguas residuales no tratadas, el granero de Hidalgo. Sesenta por ciento de las 46 mil 480 unidades agrícolas con superficie de riego en el estado usan aguas negras en los cultivos; 39 por ciento aguas blancas (de pozos y lluvias) y sólo .38 por ciento aguas residuales tratadas, de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Sin embargo, su uso sin ningún tratamiento previo, las convierte en una fuente potencial de contaminación del suelo por elementos potencialmente tóxicos (EPT) en cultivos como el maíz, introduciéndose a la cadena trófica. La adición de enmiendas químicas, sintéticas o naturales a los suelos contaminados, permite cambiar sus propiedades fisicoquímicas y la forma química de los elementos, por ejemplo, para inducir la adsorción y precipitación. El plomo puede ser absorbido fácilmente por las raíces de las plantas, sin embargo, solo una pequeña cantidad se transloca a la parte superior (País y Jones, 1997). La acumulación de iones Pb²⁺ en las plantas puede causar múltiples efectos, tanto directos como indirectos. De acuerdo con la sensibilidad de la planta al efecto tóxico y a la concentración, puede ocasionar cambios en su metabolismo que repercuten en el crecimiento, en el proceso fotosintético y en la absorción de nutrimentos (Díaz-Aguilar et al., 2001).

Pb, Cultivo de Alfalfa, Aguas Residuales.

Citación SOLÍS-MARTÍNEZ, Martín, CARRILLO-GONZÁLEZ, Rogelio, BARRIOS-AYALA, Aristeo, ALCÁNTARA-JIMÉNEZ, José Ángel. Contenido de Pb en el cultivo de alfalfa, regado con aguas residuales. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 – Abril 2015, 1-2:478-481

Abstract

The Mezquital Valley is a land of contrasts, because despite its aridity, 61 percent of its population, approximately 420,000 inhabitants live on agriculture and have made this region through the use of untreated wastewater, the Hidalgo barn. Sixty percent of the 46 000 480 farm units with surface irrigation in the state use wastewater on crops; 39 percent white water (wells and showers) and only 38 percent treated wastewater, according to data from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI). However, its use without prior treatment, becomes a potential source of soil contamination by potentially toxic elements (PTE) in crops such as corn, entering the food chain. The addition of chemical, synthetic or natural to the contaminated soil amendments, can change their physicochemical properties and the chemical form of the elements, for example, to induce adsorption and precipitation. Lead can be easily absorbed by the roots of plants, however, only a small amount is translocated to the top (country and Jones, 1997). The accumulation of Pb²⁺ ions in plants can cause multiple effects, both direct and indirect. According to the sensitivity of the plant to the toxic effect and concentration, may cause changes in metabolism that affect growth in the photosynthetic process and absorption of nutrients (Díaz-Aguilar et al., 2001).

Pb, Crop Alfalfa, Wastewater.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: solmar_1112@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El valle del Mezquital es una tierra de contrastes, pues a pesar de su aridez, 61 por ciento de su población, aproximadamente 420 mil habitantes, viven de la agricultura y han hecho de esta región, mediante el uso de aguas residuales no tratadas, el granero de Hidalgo. Sesenta por ciento de las 46 mil 480 unidades agrícolas con superficie de riego en el estado usan aguas negras en los cultivos; 39 por ciento aguas blancas (de pozos y lluvias) y sólo .38 por ciento aguas residuales tratadas, de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Sin embargo, su uso sin ningún tratamiento previo, las convierte en una fuente potencial de contaminación del suelo por elementos potencialmente tóxicos (EPT) en cultivos como el maíz, introduciéndose a la cadena trófica. La adición de enmiendas químicas, sintéticas o naturales a los suelos contaminados, permite cambiar sus propiedades fisicoquímicas y la forma química de los elementos, por ejemplo, para inducir la adsorción y precipitación. El plomo puede ser absorbido fácilmente por las raíces de las plantas, sin embargo, solo una pequeña cantidad se transloca a la parte superior (País y Jones, 1997). La acumulación de iones Pb^{2+} en las plantas puede causar múltiples efectos, tanto directos como indirectos. De acuerdo con la sensibilidad de la planta al efecto tóxico y a la concentración, puede ocasionar cambios en su metabolismo que repercuten en el crecimiento, en el proceso fotosintético y en la absorción de nutrimentos (Díaz-Aguilar *et al.*, 2001).

Objetivos

1. Evaluar el efecto de la adición de azufre y fósforo sobre la extractabilidad de Pb, y la biodisponibilidad para alfalfa, en el valle del Mezquital, Hidalgo.

Metodología

Se muestrearon los suelos de tres sitios (Atitalaquia, Tlahuelilpan y Tepatepec) para establecer experimentos de equilibrio en el laboratorio. Los suelos se incubaron con dosis crecientes de azufre (0, 2, 4 y 6 t ha⁻¹) y fósforo (0, 250, 500, 1000 y 2000 mg L⁻¹), durante cinco y dos semanas, respectivamente. Como fuente de azufre se utilizó flor de azufre agrícola, con una pureza de 93%; mientras que para el fósforo se empleó ácido fosfórico grado analítico, con 85% de pureza.

Con base en los experimentos del laboratorio, se seleccionaron los tratamientos 0 y 2 t ha⁻¹ de azufre, y 0, 1000 y 2000 mg L⁻¹ de fósforo, para realizar el experimento en invernadero y evaluar la biodisponibilidad del plomo en alfalfa. Se agregó el azufre a los tres suelos y se incubaron durante cuatro semanas. Posteriormente, se aplicó el fósforo y se dejaron incubar por dos semanas. Después se sembró alfalfa valenciana (*Medicago sativa* L.).

El diseño de tratamientos consistió de un factorial completo desbalanceado de 3 x 2 x 3. Los factores manejados: suelo, azufre y fósforo, con 3, 2 y 3 niveles cada uno, y con tres repeticiones, haciendo un total de 54 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: 0,0; 0,1000; 0,2000; 2,0; 2,1000 y 2,2000, t ha⁻¹ de azufre y mg kg⁻¹ de fósforo, respectivamente. Para evitar deficiencias nutrimentales durante el desarrollo del cultivo, se aplicaron 100 mL de la solución nutritiva sin fósforo, a cada una de las macetas, una vez por semana hasta la cosecha.

El primer corte de alfalfa se realizó 50 días después de la siembra; los tres cortes siguientes se hicieron cada 35 días.

Las plantas se cortaron desde su base y se colocaron en bolsas de papel perforadas. Luego se llevaron al laboratorio, se lavaron con agua corriente y agua destilada, se secaron con toallas de papel, se volvieron a colocar en bolsas de papel y se metieron a secar en una estufa con aireación continua a 78 °C, durante 72 h. Posteriormente, las plantas se pesaron en una balanza analítica, se molieron en un molino Wiley y se depositaron en bolsas de papel celofán, para su posterior digestión y análisis.

Para cuantificar el contenido total de Pb en el tejido vegetal de alfalfa, se realizó una digestión ácida con una solución binaria de ácido nítrico-ácido perclórico (Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 1986) y el digestado se recuperó con ácido nítrico 0.2 N, se filtró en papel Whatman 40 y se refrigeró hasta su análisis, el cual se efectuó con un espectrofotómetro de absorción atómica.

Resultados y discusión

Los valores de Fc obtenidos en el análisis de varianza para la concentración de Pb en los diferentes cortes de alfalfa presentaron diferencias estadísticas entre suelos. De manera general, las interacciones Suelo*S, Suelo*P, S*P y Suelo*S*P influyeron en el contenido de plomo en el tejido vegetal de la alfalfa, sobre todo a los 155 dds (Tabla 1).

Corte/ Fuente	1 (50 dds ¹)	2 (85 dds)	3 (120 dds)	4 (155 dds)
Suelo	36.82**	3.32*	20.31**	27.63**
S ²	1.97NS	4.90*	0.60NS	10.16**
P ³	33.11**	0.42NS	3.28*	8.03**
Suelo*S	14.87**	7.51**	1.97NS	10.08**
Suelo*P	16.11**	1.40NS	2.69*	4.18**
S*P	0.96NS	20.30**	1.12NS	19.53**
Suelo*S*P	15.46**	13.24**	1.93NS	12.26**

Tabla 1 Valores de Fc obtenidos en el análisis de varianza para el contenido de Pb en los diferentes cortes de alfalfa.

La naturaleza de los suelos afectó la presencia de Pb en el tejido de alfalfa en los cuatro cortes, así como el fósforo extractable de los suelos (Cuadro 2), lo que implica que dependiendo del suelo se presentan distintos procesos con el plomo.

Fuente	Corte/ Nivel	1 (50 dds ¹)	2 (85 dds)	3 (120 dds)	4 (155 dds)
Suelo	Atitalaquia	30.6a*	25.2a	18.7b	14.7b
	Tlahuelilpan	20.1b	25.7a	18.6b	14.0b
	Tepatepec	19.4b	22.3a	24.6a	19.6a
Azufre	0	24.2a	23.1b	20.3a	17.2a
	2	22.5a	25.7a	21.0a	15.0b
Fósforo	0	29.4a	23.6a	19.0a	18.0a
	1000	17.4c	24.9a	21.6a	15.2b
	2000	23.2b	24.6a	21.2a	15.0b

¹ dds= días después de la siembra

* Las medias con las mismas literales dentro de las columnas son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$)

Tabla 2 Prueba de Tukey para la concentración de plomo (mg kg^{-1}) en el cultivo de alfalfa en diferentes cortes.

Las concentraciones promedio de Pb más altas en el tejido vegetal se observaron en los sitios Atitalaquia y Tlahuelilpan, en los cortes 1 y 2, mientras que en el sitio Tepatepec las cantidades más altas se presentaron en los cortes 2 y 3. La diferente capacidad amortiguadora de cada suelo pudo influir en el tiempo de solubilización de plomo. Con la adición de azufre a los suelos, el Pb presentó una tendencia a disminuir su contenido a medida que el cultivo crecía. Por otro lado, la aplicación de los tratamientos de fósforo al suelo, exhibió una reducción en la concentración de plomo en los cortes 1 y 4 (Cuadro 2).

La concentración de plomo obtenida en el tejido vegetal de alfalfa, en los cuatro cortes, no se considera fitotóxica, de acuerdo con la clasificación que presenta Davis *et al.* (1978), ya que no rebasó los 30 mg kg^{-1} .

En el Distrito 03 del estado de Hidalgo, Carrillo y Cajuste (1992) midieron concentraciones de plomo en alfalfa irrigada con las aguas negras, de 21.5 mg kg⁻¹ en raíz y 22.0 mg kg⁻¹ en las hojas, valores muy similares a los que se reportan en el presente trabajo. Pero para dar una explicación de la respuesta de las plantas al plomo, es muy probable que la especiación en la solución en equilibrio con el suelo, sea una alternativa que deba explorarse.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados mostrados, la naturaleza de los suelos afectó el contenido de Pb en el tejido de alfalfa en los cuatro cortes, en tanto que la adición de azufre y fósforo a los suelos redujo el contenido de Pb, a medida que el cultivo de alfalfa crecía. La concentración de Pb obtenida en el tejido vegetal de alfalfa, no se considera fitotóxica.

Referencias

Carrillo, G.R., Cajuste, L. J. (1992). Heavy metals in soils and alfalfa (*Medicago sativa* L.) irrigated with three sources of wastewater. *J. Environ. Sci. Health* 27, 1771-1783.

Davis, R.D; Beckett, P.H.T. and Wollan, E. 1978. Critical levels of twenty potentially toxic elements in young spring barley. *Plant Soil* 49, 395-408.

Díaz-Aguilar I., Larqué-Saavedra M.V., Alcántar-González G., Carrillo-González R. and A. Vázquez-Alarcón. (2001). Alteración de algunos procesos fisiológicos en trigo por la adición de plomo. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 17,79-90.

Ministry of Agriculture Fisheries and Food (MAFF). (1986). The analysis of agricultural materials. 3rd ed. London, England. pp: 23-35.

Pais, I. and Jones, J.B. 1997. The handbook of trace elements. CRC Press. Boca Raton, FLA, USA.