

# Evaluación de residuos líquidos con metales pesados disueltos en los suelos del agroecosistema San José de las Lajas

## Evaluation of liquid residuals with heavy metals dissolved in soils of the agroecosystem San José de las Lajas

Eugenio García Nieblas (1), Angel Mollineda Trujillo (2), Ramiro Valdés Carmentate (1), Andrés Calderín García (1), Fernando Guridi Izquierdo (1), Sael Sánchez Elías (1), Ambar Rosa Guzmán Morales (1), María Irene Balbín Arias (1) y Orlando Lázaro Hernández González (3).

(1) Facultad de Agronomía, Grupo FITOPLANT. Universidad Agraria de la Habana. D.P. Calle 94 No. 9308 e/ 93 y 95 Güines, La Habana.

(2) Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

(3) SUM "Fructuoso Rodríguez" Güines, La Habana.

**E-mail:** Eugenio\_Garcia@isch.edu.cu

---

**RESUMEN:** Se evaluó el efecto de los desechos industriales líquidos de la Empresa Cerámica Blanca (San José de las Lajas), sobre un agroecosistema próximo a la misma. Para ello se empleó la metodología propuesta por el grupo FITOPLANT. Se determinó que los metales pesados en mayor concentración fueron plomo, cromo, níquel, cobre y cobalto. También resultaron elevados los valores del calcio, que fueron superiores al valor permisible (100 ppm). Las trampas establecidas para la retención del níquel y el zinc no detectaron valores superiores a los permisibles. Asimismo, se encontró que los suelos que reciben los residuales de dicha empresa poseen elevadas concentraciones de calcio, magnesio, hierro, manganeso y níquel, en la superficie y hasta una profundidad de 40 cm, para las áreas de producción agrícola. Al encuestarse a los actores sociales involucrados (pobladores, trabajadores y Consejo de Dirección de la Empresa), éstos consideran que las afectaciones al suelo son producidas por el vertimiento de los referidos desechos industriales, que una vez acumulados actúan como freno en el desagüe natural y provocan una acumulación de los sedimentos en el área estudiada, así como el escurrimiento de las aguas hacia el manto freático. Se sugiere un incremento de la educación ambiental por parte de los gobernantes del Consejo Popular.

Palabras clave: Contaminación, desechos industriales, metales pesados, residuales líquidos.

**ABSTRACT:** A based on the methodology proposed by the group FITOPLANT, assessed the effect of industrial waste liquids away from the White Ceramics Company (San Jose de las Lajas), a agroecosystem next to it. It was found that heavy metals in higher concentrations were found to be lead, chromium, nickel, copper and cobalt, and that calcium is at high values; Highlighting that nickel and zinc, are partially set traps for efficient retention. It was also found that the soils receiving the waste of the company have high concentrations of calcium, magnesium, iron, manganese and nickel, both in area and depth to the production areas. At encuestarse to social actors involved (residents, workers and the Board of Directors of the Company), they believe the impact caused by the dumping of industrial waste those, achieving a brake on the natural drainage and the accumulation of sediments in the area studied, as well as the runoff of water in to the water table, streng then environmental education imposed by the rulers of the People's Council. One can assert that there has been a strong impact on the community surrounding population to the industrial plant, which could affect their food security.

Key words: Liquid waste, heavy metals, pollution, industrial waste.

---

## INTRODUCCIÓN

La actividad industrial que el hombre desarrolla y que, sin dudas, ha servido para mejorar en no pocos

aspectos la calidad de vida, conlleva importantes riesgos: la perturbación y la degradación del medio ambiente. Los medios naturales susceptibles de ser contaminados son: el agua, el suelo y el aire, con

consecuencias inimaginables sobre los seres vivos. Los contaminantes más habituales que se pueden encontrar en los suelos son los metales pesados (plomo, cadmio, cromo, zinc, cobre, níquel, mercurio, manganeso, selenio y arsénico, entre otros), hidrocarburos no halogenados (especialmente los hidrocarburos policíclicos aromáticos, PAHs), hidrocarburos halogenados, aceites minerales y pesticidas. (Anónimo 1, 2005)

El desarrollo de determinadas actividades industriales puede constituirse en un riesgo de contaminación ambiental, debido no sólo a las emisiones atmosféricas sino también a mala gestión de sus residuos o a un deficiente almacenamiento de las materias primas y productos, que pueden ocasionar fugas de componentes que se acumulan en el suelo.

En la estructura económica del municipio San José de las Lajas, provincia de La Habana, el sector industrial representa el 78 %. Posee industrias de cerámica blanca, de pintura, de producción de gomas, vidrio, cable, pastas alimenticias entre otras, que aunque constituyen renglones importantes en el plano económico también representan fuentes de contaminación ambiental, de posible repercusión en la seguridad alimentaria del municipio (Pérez et al., 2002). Por ello, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la posible contaminación por metales pesados en un agroecosistema del municipio de San José de las Lajas, provincia de La Habana.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Selección del área de estudio**

La selección del área de estudio se realizó aplicando la metodología propuesta por Valdés et al., (2006), que contempla la caracterización agroecológica de la zona estudiada, caracterización de la fuente contaminante y los Métodos participativos con los actores sociales implicados.

### **Selección de la fuente contaminante**

La selección de la fuente contaminante se basó en un recorrido por aquellos sitios de mayor riesgo potencial, destacándose entre ellos la Empresa Cerámica Blanca Adalberto Vidal que es una fuente proveedora de metales pesados como el cadmio, plomo, zinc, entre otros.

Se selecciona la planta (1), la cual posee una trampa (1) de residuales que provienen de las calderas y la cocina que está dividida en tres secciones, donde se observó claramente la presencia abundante de residuos de petróleo, aceite, entre otros. Los residuales líquidos y sólidos que se encuentran en dicha trampa son vertidos en una trampa (2) que pasa por debajo de un puente, hacia terrenos que colindan con patios del poblado y tierras de una cooperativa cercana al lugar, surgidos con posterioridad al establecimiento de la industria.

### **Análisis del residual líquido que vierte la Empresa**

- Toma de muestras

Las muestras de residuales líquidos vertidos por la Empresa, se tomaron en el mes de mayo de 2006 como sigue: muestra 1 corresponde al agua que sale de la estación de bombeo en la parte exterior de la planta 1; muestra 2 corresponde al canal de desagüe que aparece en el sitio de estudio en la parte donde hay residuos de hidrocarburos (trampa 3); y la muestra 3 es agua del canal pero de la zona donde no hay residuos de hidrocarburos (trampa 4), con tres réplicas en cada caso.

- Procesamiento de las muestras

Las muestras de residuos líquidos se filtraron para eliminar la posible contaminación por hidrocarburos y se acidularon con  $\text{HNO}_3$  conc (65 %, marca MERCK, p.a., Alemania) hasta  $\text{pH} = 1$  para evitar la formación de hidróxidos. La cuantificación de los metales (Cu, Ni, Pb, Fe, Mn, Co, Cr, Zn, K, Ca, Na y Mg) se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica Sp9.

### **Análisis del suelo**

Se tomaron muestras de suelo del área que recibe los desechos de la Empresa Cerámica Blanca, a tres distancias diferentes de la misma, a 10, 50 y 200 metros, respectivamente, y en ambas se seleccionaron dos puntos de muestreo por el método de Zigzag hasta 100 cm de profundidad: de 0-20 cm, de 20-40 cm y 60-100 cm.

Las muestras se secaron a temperatura ambiente

durante siete días y se tamizaron empleando un tamiz de 2 mm. Se pesaron 0,5 g de suelo para los diferentes puntos de muestreo con tres réplicas en cada caso, y se procedió con una digestión en ácido clorhídrico, ácido perclórico y ácido nítrico (3:1:1) según Paneque *et al.* (2001). La determinación del contenido de metales pesados (Fe, Pb, Zn, Cu y Ni) para el suelo del área se realizó en soluciones mineralizantes por el método de espectrometría de absorción atómica SP9.

### Actores sociales implicados

Para evaluar el impacto comunitario, se realizaron encuestas dividiendo a los actores sociales por grupos (Población, Consejo de Dirección y Trabajadores de Empresa Cerámica Blanca). Los mismos se subdividieron por sexos, rangos de edades y nivel de escolaridad, pero no se detectaron diferencias en las respuestas y por tanto se realizó el análisis para la división de los grandes grupos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 puede observarse que, a medida que nos alejamos de la Empresa, el contenido de elementos aumenta, ésto puede ser debido a un lavado lateral fuerte y continuo producido por los vertimientos de la misma, siendo el elemento predominante el hierro (Fe) que al estar sometido a condiciones de reducción es soluble y puede ser movido tanto vertical como lateralmente; pudiendo existir similar justificación para el manganeso (Mn) que es soluble en condiciones de anaerobiosis.

**Tabla 1. Contenido total de metales pesados en el suelo sometido a la contaminación industrial (cmol/kg de suelo)**

Ubicación	Profundidad (cm)	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
		cmol/kg de suelo		
A 10 m de la Empresa	0-20	1,78	169,47	1,13
	20-40	5,93	348,79	1,13
	60-100	46,11	1264,58	2,83
A 50 m de la Empresa	0-20	9,07	430,53	1,3
	20-40	52,14	1416,42	2,77
	60-100	104,64	4959,17	6,13
A 200 m de la Empresa, Zona de cultivo	0-20	44,82	2123,84	2,83
	20-40	77,04	2591,10	4,5
	60-100	--	--	--

Los contenidos de níquel (Ni) tienden a aumentar en profundidad, y en las áreas de producción

agrícola alcanzan valores que se consideran elevados. (Gil *et al.*, 2004)

Esta contaminación puede considerarse muy dinámica porque al moverse los contaminantes en el terreno a través de las capas más permeables se facilita su dispersión, lo cual provoca que aumente el área afectada. Este factor, entre otros, pudiera estar justificando el hecho de que los elementos químicos que se analizan se encuentren en mayor cuantía en las áreas cultivadas aledañas, acorde con lo formulado por Guzmán *et al.* (2005), en una caracterización agroecológica de esa zona.

Lo más resaltante en el análisis son los valores de elementos contaminantes que se presentan en el área que se está empleando para la producción agrícola, representando un grave peligro para la vegetación existente, ya que estos metales pueden ser acumulados en grandes cantidades por las plantas y ser perjudiciales para los animales y demás consumidores, incluyendo a los humanos. (Gil *et al.*, 2004)

En el caso de los metales alcalinos (K, Na, Mg, Ca) los valores permisibles son (4 ppm, 7 ppm, 10 ppm, 100 ppm respectivamente) según NC XX: 1999. En nuestro estudio sobrepasaron estos valores el Ca (40 %) y el Na (300 %), lo cual se corresponde con el valor de pH superior a 8 encontrado en estas aguas residuales; el mayor riesgo lo representa el Na por sus efectos sobre las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo.

Para el caso de los metales pesados (Tabla 2) que sobrepasan los valores permisibles de contaminación en aguas de riego son: plomo, cromo, níquel, cobre y cobalto. (Henríquez, 2006)

En los casos del níquel y el zinc, las trampas ejercen cierto efecto positivo al retener dichos elementos. Para algunos valores encontrados en el caso del plomo, cromo, cobre, manganeso y cobalto, se detecta una mayor concentración en las muestras del canal con respecto a la muestra proveniente directamente de la planta 1, lo cual puede ser un indicador de que en el sitio estudiado no solamente existe el efecto de los residuales de la misma, sino de otros desechos

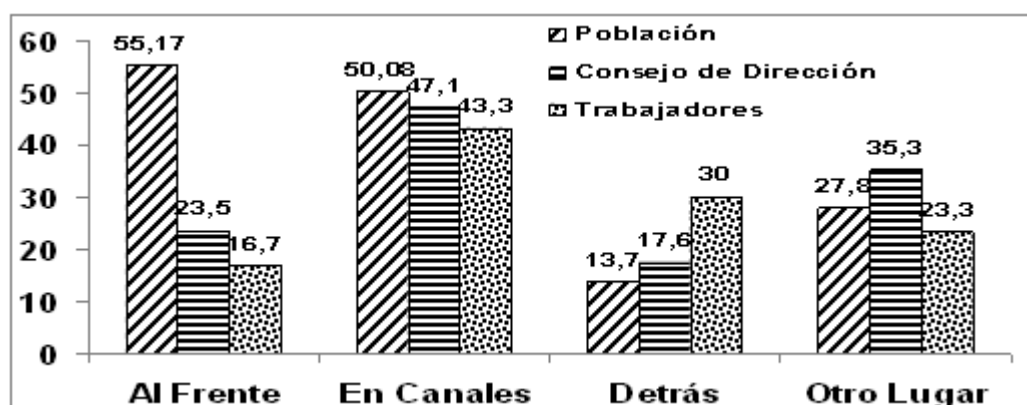
industriales, especialmente provenientes de la planta 2 de dicha empresa.

**Tabla 2. Presencia de metales pesados en las aguas residuales de la Empresa Cerámica Blanca (ppm)**

Muestra	Pb	Cr	Cu	Mn	Zn	Co	Ni	Fe
1	0,16	0,08	0,02	0,03	1,02	0,09	0,29	1,06
2	0,27	0,08	0,03	0,06	0,24	0,12	0,11	1,57
3	0,22	0,13	0,07	0,04	0,32	0,15	0,12	0,67

Según las encuestas aplicadas a los actores sociales, para los tres grupos, los mayores depósitos se realizan en los canales, lo que trae consigo un freno en el desagüe natural y con ello una acumulación en las áreas agrícolas de los sedimentos, así como el

escurrimiento de las aguas hacia el manto freático, del cual utilizan el agua para el consumo animal y humano los pobladores de Jamaica y San José de las Lajas (Figura 1).



**Figura 1. Conocimiento de los encuestados sobre la ubicación de los residuales de la Empresa Cerámica Blanca Adalberto Vidal**

También se pudo apreciar que los trabajadores y la población no desconocen la afectación que está provocando el vertimiento de residuales de la Empresa hacia el entorno. Por otra parte, el 53 % del grupo del Consejo de Dirección respondió sentirse afectado por estos desechos, y aunque no viven en la zona, se evidencia una gran sensibilidad con el problema. Además, no están ajenos a la situación que se ha venido presentando por más de 50 años y esto es importante para la toma de medidas encaminadas a disminuir la emisión de desechos tóxicos hacia el exterior.

## CONCLUSIONES

1. El análisis de las muestras de residuales líquidos indica la presencia de concentraciones superiores a los valores permisibles para el caso del plomo,

romo, níquel, cobre y cobalto, al igual que para el caso del calcio, lo que constituye un aspecto extremadamente preocupante en relación con la seguridad alimentaria y calidad de vida de los pobladores del Consejo Popular.

2. Los suelos que reciben los vertidos de la Empresa Cerámica Blanca poseen elevadas concentraciones de calcio, magnesio, hierro, manganeso y níquel, tanto en superficie como en profundidad y sobrepasan los niveles máximos permisibles en áreas de producción.

3. Los actores sociales involucrados en el área estudiada, están conscientes de la afectación producida por el vertimiento de los desechos industriales; por lo que se impone reforzar la educación ambiental por parte de los gobernantes del Consejo Popular.

## Bibliografía

ANÓNIMO 1: Contaminación del suelo. [en línea] 2005. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema15.htm>. [Consulta: Octubre de 2006].

GIL, C.; R. BOLUDA Y J RAMOS: “Determination and evaluation of cadmium, lead and nikel in greenhouse soil of Almería (Spain)”, *Chemosphere*, 2004, 55: 1027-1034.

GUZMÁN, A. R.; S. SÁNCHEZ ELÍAS; D. FLORES GÓNZALEZ; N. QUEVEDO PINOS Y R. VALDÉS CARMENATE: La Biorremediación, Un Método para descontaminar Áreas Agrícolas. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana. La Habana, Cuba, 50 pp. (monografía), revista ciencia en UNAH, 2005. ISBN: 959-16-0378-9.

HENRÍQUEZ HERNÁNDEZ, CAMELIA: Evaluación de la contaminación por metales pesados en suelos de la Cuenca del Río Quibú, 65 pp., Tesis en opción al título de Máster en Química con Mención en Química Analítica, Universidad de La Habana, 2006.

NC XX: Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones, 1999.

PANEQUE, V. M.; M. CALDERÓN; J. M. CALAÑA; M. CARUNCHU; Y. HERNÁNDEZ Y Y. BORGES: Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos, INCA, 2001.

PÉREZ, P.; P. MARRERO; O. CRUZ; E. FERNÁNDEZ Y L. PEÑA: La producción agropecuaria y el cálculo de las necesidades alimentarias en el municipio San José de las Lajas, XIV Forum Ciencia y Técnica, La Habana, Cuba, 2002.

VALDÉS, R.; A. GUZMÁN; S. SANCHEZ; E. GARCIA; F. Y OTROS: Biorremediación. Metodología para el diagnóstico evaluativo de un sitio agrícola contaminado por metales pesados. XV Congreso Científico INCA, 2006, ISBN: 959-7023-36-9.

Recibido: 30/enero/2008

Aceptado: 15/julio/2008