



Contaminación con metales pesados alrededor de la Empresa de Cerámica Blanca “Adalberto Vidal”, San José de las Lajas. Percepción del riesgo

Heavy metals contamination around the Ceramic Factory in San José de las Lajas. Risk perception

Onelia Adriana Alarcón Santos¹, Ana Lourdes Sorí Grana², Ramiro Valdés Carmenate³, Carlos A. Bulnes Goicochea⁴

¹ MSc. Profesora asistente. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, UNAH. Autopista Nacional. Km 23 y ½. Carretera de Tapaste. San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba. oadriana@unah.edu.cu.

² Lic. Relaciones Internacionales. UNAH

³ Dr.C. Profesor titular. Facultad de Agronomía. UNAH.

⁴ Dr.C. Profesor titular. Facultad de Agronomía. UNAH.

Recibido: 23/10/14. **Aprobado:** 17/12/15.

RESUMEN: Los desechos industriales pueden contaminar áreas agrícolas. La selección cuidadosa de los sitios para el desarrollo de la agricultura pudiera minimizar este efecto negativo en aras de garantizar la seguridad alimentaria. En tal sentido, conocer el aporte de los metales pesados como contaminantes de suelos, agua, aire, plantas, y las acciones para evitar o mitigar su repercusión es importante en la toma de decisiones para contrarrestar la biomagnificación y proteger la salud animal y la del hombre. Se evaluó la percepción del riesgo de contaminación con metales pesados, alrededor de la Empresa Cerámica de San José de las Lajas. Para el objetivo se realizaron talleres con actores sociales, trabajadores de la fábrica y pobladores, en 2005, 2008, 2010, y se aplicó una encuesta a 98 familias del consejo popular Jamaica, de San José de las Lajas, en el año 2012. En los talleres, se divulgaron los resultados del grupo científico FITOPLANT, de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), a partir de la implementación de una metodología de evaluación agroecológica de la contaminación por metales pesados. Se concluyó que existe la percepción del efecto negativo que sobre la salud y el ecosistema ejercen los metales pesados, lo que demuestra un elevado impacto comunitario.

Palabras clave: contaminación, metales pesados, salud.

ABSTRACT: Industrial wastes usually contaminate agricultural areas, so a careful selection of places for agriculture could minimize the resulting polluting effect in order to guarantee food safety. Knowing the contribution of heavy metals to soil, water, air, plants, contamination, and actions to avoid or mitigate their effects are of great importance to neutralize the “bio magnification” phenomenon and prevent illnesses in animals and men. The perception of risk of contamination with heavy metals was evaluated in 2005, 2008, 2010 by means of workshops with social actors, directives and workers of the Cerámica San José factory. A survey was applied to 98 families living nearby the factory in 2012. The results obtained by FITOPLANT scientific group of the Universidad Agraria de La Habana (UNAH) while implementing a methodology of agro ecologic evaluation of heavy metals contamination were socialized in the workshops. It was concluded that there is a perception of the negative effects of heavy metals in health and ecosystems, and it demonstrates a high community impact.

Key Words: contamination, heavy metals, health.

INTRODUCCIÓN

La actividad industrial contamina el medio ambiente a través de los gases y polvos emitidos a la atmósfera, el deficiente almacenamiento de materias primas, productos y componentes, así como la mala gestión de los residuos líquidos y sólidos, los cuales, al acumularse en los suelos aledaños, provocan su degradación y la de la fauna edáfica. También se deterioran o disminuyen las especies vegetales, lo que provoca pérdidas económicas en la actividad agropecuaria, aún sin considerar los costos de recuperación del suelo (Lora, 2010; Jamal *et al.*, 2013).

El Grupo Científico Fitoplant, de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), empleó una metodología de evaluación agroecológica de la contaminación por metales pesados, alrededor de la empresa de cerámica blanca del municipio de San José de las Lajas. Se encontró que el uso de arcillas con óxidos de níquel, cobre y plomo, unido a la sobreexplotación del sistema de evacuación de residuos, afectó el agua y el suelo de áreas vecinas de la localidad de Jamaica.

La contaminación del suelo fue observada, a varias profundidades y distancias de la fuente contaminante (Guzmán, Sánchez y García, 2008). Los contenidos de níquel, cobre y plomo en los

suelos, en el agua de los canales, en especies ruderales y en vegetales cultivados en esos suelos, alcanzaron valores por encima de los permisibles, lo que se considera un riesgo a la salud humana y una agresión a la seguridad alimentaria (Cruz *et al.*, 2013).

Por otra parte, Quevedo (2006) encontró en esa área 32 especies botánicas de 22 familias, algunas con propiedades acumuladoras que los vecinos del lugar empleaban con fines medicinales o en la alimentación de animales. La tolerancia de algunas plantas de 10 a 100 veces más de los valores normales de un metal en sus tejidos vegetales es conocida como hiperacumulación y es una potencialidad aprovechada en técnicas de fitorremediación para recuperar áreas contaminadas con metales pesados. (Abreu *et al.*, 2012; Sacristán, 2015)

Estos resultados se divulgaron en talleres con los actores sociales, los trabajadores de la fábrica y los pobladores, en 2005, 2008 y 2010. Fue posible evaluar cómo se percibe el efecto de la contaminación con metales pesados en los alrededores de la empresa, lo cual constituye el objetivo fundamental de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área seleccionada para el estudio

El área seleccionada pertenece al consejo popular de Jamaica en el municipio de San José de las Lajas, provincia de Mayabeque. Está ubicada frente a la Empresa Cerámica de San José de las Lajas. Fue escogida por las características del ecosistema, relacionadas con la posible presencia de agentes contaminantes, en el primer Taller sobre Biorremediación en 2005. Se siguió la metodología propuesta por Valdés *et al.*, (2014).

Ejecución de los talleres

Los talleres se realizaron en 2005, 2008 y 2010 con actores sociales, trabajadores de la empresa y pobladores, dentro de un

sistema de capacitación relacionado con la fitogestión. Fueron capacitadas 354 personas, entre ellas 138 actores sociales, 92 profesionales y 124 especialistas, acerca de los niveles de metales pesados en agua, suelo y vegetales encontrados en el área por el grupo Fitoplant. Los talleres se centraron en el aprendizaje participativo, con actividades conducidas por representantes de este grupo. El impacto de cada taller fue evaluado mediante una encuesta aplicada al 60 % de los participantes, que opinaron acerca de las dimensiones metodológica, científica, superación y extensión.

Evaluación de la percepción del riesgo de contaminación con metales pesados

Se aplicó una encuesta a 98 familias (el 23 % del total de 425) de la circunscripción 25 del consejo popular de Jamaica, en septiembre de 2012, para evaluar la percepción del efecto de la contaminación con metales pesados en zonas aledañas a la empresa. Se analizó la distribución de frecuencias obtenidas para las respuestas a cinco cuestiones fundamentales: datos generales, información acerca del origen y fuentes de la contaminación, vías por las que se adquirió ese conocimiento, medidas implementadas ante la contaminación y enfermedades más comunes que afectaban a los núcleos familiares encuestados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del área estudiada

La Figura 1 muestra un mapa del municipio de San José de las Lajas, que circula el área cuatro perteneciente a la empresa de cerámica.

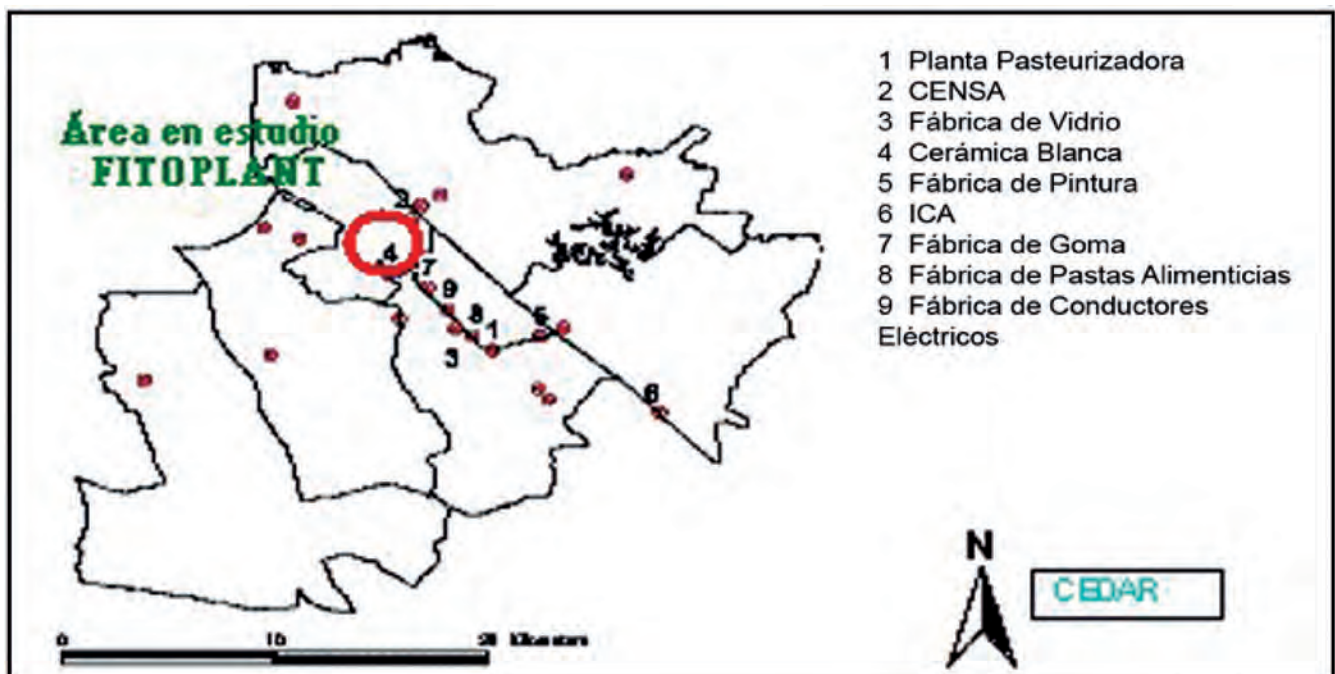


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

El suelo en la zona es ferralítico amarillento lixiviado sobre caliza dura, saturado y muy humificado, con poca pérdida del horizonte, de acuerdo a la clasificación realizada por (Hernández *et al.*, 2004).

Los resultados encontrados por Guzmán, Sánchez y García (2008) evidenciaron modificaciones físicas (color y textura) de la capa superficial del suelo, en el área de estudio, más intensas en las proximidades de la fuente contaminante. Esto refleja la influencia de la actividad industrial, a diferencia del comportamiento reportado por (Reyes *et al.* 2014) en suelos ferralíticos con baja actividad antrópica en San José de las Lajas.

En la Figura 2 se aprecia la distribución de las parcelas productivas ubicadas en el área de estudio.

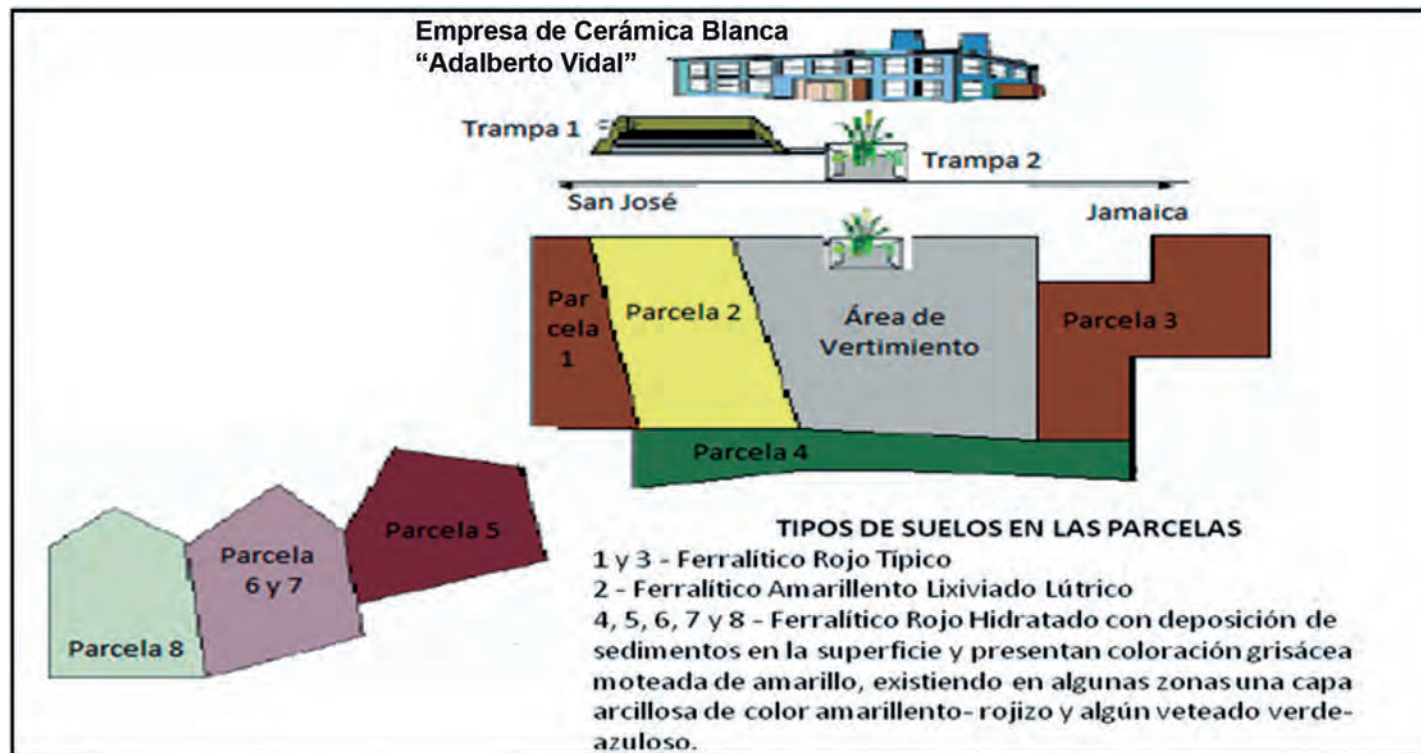


FIGURA 2. Ubicación de las parcelas productivas en el área de estudio.

Las parcelas 3 y 4 en el año 2005 se dedicaban al pastoreo de mamíferos domésticos y aves de corral y en las parcelas de la 5 a la 8 se cultivó tomate, lechuga, col y maíz. Por ejemplo, se encontró en el tomate que los niveles de cobre ($41,3 \text{ mgkg}^{-1}\text{MS}$, en la raíz; $42,3 \text{ mg kg}^{-1}\text{MS}$ en las hojas y $34,8 \text{ mgkg}^{-1}\text{MS}$ en el fruto) estaban por encima de los niveles permisibles ($20 \text{ mgkg}^{-1}\text{MS}$). Las determinaciones en lechuga fueron $76,4 \text{ mgkg}^{-1}\text{MS}$ en la raíz y $155,1 \text{ mgkg}^{-1}\text{MS}$ en hoja, también superando estos niveles. Los resultados pudieran asociarse a que los productores aprovechaban el agua del canal de desagüe de la empresa para el riego, lo que posibilitaría que las plantas cultivadas absorbieran los metales disueltos.

Harmanescu *et al.*, (2011) determinaron niveles de cobre en hortalizas cultivadas en áreas mineras y encontraron valores por encima del nivel seguro para las raíces de perejil, zanahoria, lechuga y berza, lo que sugiere que el consumo de las verduras no está libre de riesgos. Esto influye en la salud humana y la de los animales en correspondencia con lo encontrado por (Lyubenova, Dineva y Karadjova 2012).

Impacto de los talleres realizados

En el primer Taller sobre Biorremediación, realizado en 2005, con el auspicio del Centro de Estudios de Desarrollo Agra-

rio y Rural, CEDAR, solo participaron 32 personas entre ellas siete directivos, tres investigadores del municipio de San José de las Lajas, 13 profesionales de la Agricultura y un representante del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, número que se ha ido incrementando en el transcurso de los años. A partir de entonces, la empresa de cerámica de San José de las Lajas expresó interés en ser objeto de un estudio particular y el Grupo Científico Fitoplant se encargó de ello. La encuesta aplicada para evaluar el impacto de este taller dio como resultado que de las 18 cuestiones a evaluar el 94,4 % fue calificado de Excelente por el 53 % de los participantes, y solo el 2 % de las evaluaciones obtuvo la categoría de Regular lo que demuestra la efectividad del taller.

En los talleres desarrollados en 2008 y 2010, en la encuesta aplicada al 60 % de los actores sociales, fue considerada la superación como Excelente por el 100 % de los encuestados. Igualmente el 92 % respondió que los contenidos aprendidos aportaban a la dirección de procesos productivos mientras el 98 % opinó que elevó su nivel científico y el 95 % el nivel metodológico. De esta manera se muestran altos niveles de satisfacción entre los participantes.

El impacto en la dimensión superación se calificó por la actualidad e integración de la teoría y la práctica ante el cono-



cimiento de los elevados niveles de contaminación en el agroecosistema. En la dimensión metodológica se destacó la efectividad del trabajo grupal y la satisfacción de las expectativas. En el caso de la dimensión científica se enfatizó la elevación de la capacidad intelectual y la adquisición de métodos para la interpretación del problema ambiental que afecta a esta localidad. La aplicabilidad de los conocimientos y la proyección de decisiones con criterios tecnológicos medioambientales en la dirección de los procesos productivos se evidenciaron en la dimensión de extensión.

De manera general, se reconoce el impacto de la capacitación recibida y la implementación de medidas para contrarrestar la contaminación de los metales pesados. Las acciones ayudaron a mejorar el proceso de toma de decisiones de los directivos de la fábrica en aras de priorizar la gestión medioambiental y el desarrollo local sostenible.

En los talleres con los trabajadores de la empresa de cerámica, los participantes recomendaron medidas tales como el empleo de máscaras con filtro, realización de aseo profundo con abundante agua y jabón antes de ingerir alimentos y no hacerlo en las áreas de producción, realización de un chequeo médico al personal de riesgo al menos cada dos años.

En los talleres con los pobladores se propusieron medidas para prevenir enfermedades causadas por la ingestión o inhalación de metales pesados. Entre las recomendaciones sobresalieron mantener el suelo con una cobertura vegetal que facilite la extracción de los metales presentes, no emplear los residuos vegetales como abonos orgánicos pues se multiplicaría el contenido de metales pesados, no cultivar especies vegetales con fines alimenticios y no utilizar para fines domésticos el agua de pozos cercanos a la fuente de contaminación (Lopes *et al.*, 2011; Wernrich *et al.*, 2012; Deshbratar *et al.*, 2014).

Se contribuyó a la educación ambiental de los trabajadores de la empresa y pobladores de la circunscripción 25 del consejo popular de Jamaica, de San José de las Lajas, y a la preservación de su salud. También fue un aporte a la metodología para la evaluación integral y participativa de zonas agrícolas con riesgos de contaminación por metales pesados, todo lo cual tuvo un impacto significativo que se demostró con la aplicación de las encuestas a 98 familias del área (Cruz *et al.*, 2013).

Se puso de manifiesto la necesidad de un sistema de alerta temprana, de información y comunicación a un grupo vulnerable para que puedan manejar los riesgos que enfrentan en función de la seguridad alimentaria (Pérez, 2011; Opaluwa *et al.*, 2012) aunque quedaría aún por resolver la factibilidad de la recuperación del área contaminada y establecer un sistema de vigilancia tecnológica (Valdés *et al.*, 2014; Delince, *et al.*, 2015).

Evaluación de la percepción del riesgo de contaminación con metales pesados

Como resultado de la encuesta se obtuvieron las siguientes informaciones.

El tiempo de residencia promedio en el lugar fue de 45 años (entre dos meses y 64 años). El 86,7 % de los hombres está en edad laboral y el resto tiene más de 66 años; mientras el 85,9 % de las mujeres tienen edad laboral y el resto más de 61 años.

El 8,4 % de los hombres y 5,5 % de las mujeres laboran en la circunscripción. Además, hay 36 niños (17 preescolares, nueve escolares primarios y 10 en el rango de 12 a 17 años). De las 28 niñas, 12 son preescolares, seis escolares primarios y 10 en el rango de 12 a 17 años. Estos datos fueron de importancia para un estudio posterior de la incidencia de algunas enfermedades.

La Figura 3 refleja los porcentajes de contaminación apreciados en mayor medida en los animales lo que se relaciona con las vivencias de los dueños de las parcelas 3 y 4 y sus vecinos, quienes tuvieron conocimiento de la intoxicación de animales y la muerte de algunos, aparentemente relacionados con la ingestión de alimentos y agua contaminados. Les siguen en importancia las matrices suelo y agua, reflejo de los conocimientos adquiridos por la capacitación brindada por el grupo Fitoplant, pues el 33 % de los encuestados respondió que se informó de la existencia de la contaminación con metales pesados al participar en los talleres.

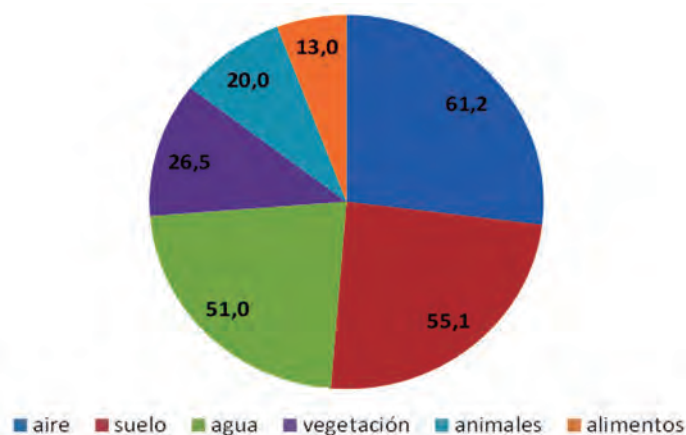


FIGURA 3. Contaminación apreciada.

Igualmente se relacionó el origen de la contaminación con los residuos sólidos de la empresa cerámica (54,1 %) o con el tratamiento inadecuado de las aguas residuales (29,4 %). El 35,3 % de los encuestados abordó como medidas para evitar la contaminación, el uso de medios de protección individuales en la fábrica y un 28,3 % la educación ambiental, entre otras.

Un aspecto necesario en esta etapa de la investigación fue la posibilidad de evaluar posibles afectaciones a la salud humana en un sitio contaminado. De acuerdo a los resultados de la encuesta, la frecuencia de aparición de enfermedades en los núcleos familiares difiere según las categorías analizadas como se muestra en la Figura 4.

Los niños son los más afectados por todas las enfermedades, excepto las infecciosas, (mayor frecuencia de aparición en adultos) y el cáncer (mayor frecuencia de aparición en ancianos). Predominan las alergias y enfermedades respiratorias en todas las categorías etarias. Los ancianos duplican la aparición de enfermedades respiratorias respecto a las alergias. Todas las categorías están afectadas en tercer lugar por enfermedades digestivas y con menor frecuencia de aparición están las enfermedades nerviosas, intoxicaciones y cáncer, en ese orden. Este comportamiento pudiera o no estar asociado con la presencia de los metales en el ambiente pero coincide con reportes que relacionan enfermedades e ingestión en exceso de metales pesados (Rubio, 2013; Hu *et al.*, 2013; Deshbratar *et al.*, 2014).

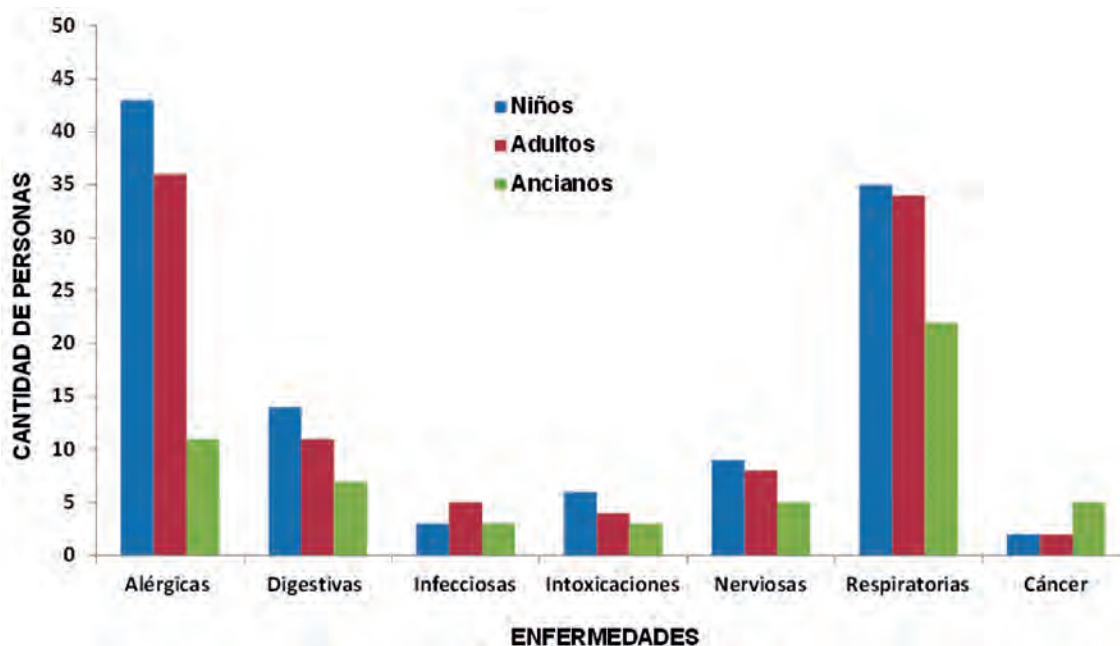


FIGURA 4. Enfermedades referidas por los encuestados.

En la literatura consultada se ha encontrado que los niveles elevados de diferentes metales influyen en la salud humana. Por ejemplo, Azevedo y Da Matta (2003) aseguran que la absorción de más de 0.5 mg/día de níquel sería perjudicial en exposiciones a largo plazo, pues puede penetrar por las vías respiratorias y provocar reacciones alérgicas, erupciones cutáneas y cuadros de dermatitis aguda. Pudiera ser esta una razón del hallazgo de la alta frecuencia de enfermedades alérgicas referidas por la población encuestada en esta investigación.

Por otra parte, Pérez (2011) argumenta que la ingestión excesiva de cobre puede ocasionar anemia y afectar el estómago y el intestino, lo cual se relaciona con la alta frecuencia de molestias digestivas referidas por los encuestados.

Otro metal pesado que influye en el sistema digestivo es el plomo pues cualquier vía de ingestión de plomo tiene su punto final en el hígado y se elimina una parte por la bilis. Se le asocian síntomas gastrointestinales como estreñimiento, anorexia, molestias abdominales y cólicas. La intoxicación crónica por plomo se inicia con síntomas como astenia, pérdida de peso, insomnio e hipotensión. También pudiera ocasionar abortos, daños al sistema nervioso del feto o afectaciones del comportamiento de los niños con manifestaciones de agresividad. Su mayor efecto tóxico afecta los riñones, pero la falla renal solo es evidente después de años de absorción excesiva (Tian *et al.*, 2009; Lentech, 2013).

Para arribar a conclusiones acerca de una posible relación entre las enfermedades referidas por la población encuestada y los valores por encima de los permisibles de níquel, cobre y plomo en suelos, el agua de los canales, en especies ruderales y en vegetales cultivados en esos suelos, encontrados por (Cruz *et al.* 2013) se necesitaría el criterio de un especialista.

Salinas y Cortés (2013) evaluaron de forma preliminar riesgos a la salud en una población chilena, asociados con contaminantes ambientales originados por la actividad minera, en relación con la exposición hídrica y agroalimentaria. Sus resultados indicaron que ante exposiciones a las concentraciones promedio

(95 %NSC) de cada contaminante en cada matriz ambiental analizada, el Índice de peligrosidad (IP) estimado es de 9,2 para los adultos, 10,2 para agricultores, por encima del valor de referencia 1 para efectos crónicos no cancerígenos durante el período de exposición y 7,0 para los niños en edad escolar. Las contribuciones significativas a estos IP provienen del As, Cr (VI), Fe, y Mn en los adultos y para los niños, de As, Fe, y V. Excepto por el arsénico, estas contribuciones no son de preocupación y no indican probabilidad de efectos crónicos no cancerígenos.

Teniendo en cuenta estos referentes y la elevada incidencia de enfermedades respiratorias y digestivas encontradas en la población encuestada por los autores de este trabajo, deberían tomarse medidas epidemiológicas que permitan evaluar con mayor rigor esta problemática y continuar los estudios que permitan establecer técnicas de biorremediación, fitorremediación u otras que garanticen la recuperación del área contaminada estudiada (Hajar *et al.*, 2014; Delince *et al.*, 2015)

CONCLUSIONES

- La ejecución de talleres constituye un sistema para capacitar a grupos vulnerables de contaminación con metales pesados para que puedan manejar los riesgos y enfrentarlos de manera temprana.
- La encuesta realizada a las 98 familias mostró que en los niños se concentra la mayor incidencia de padecimientos alérgicos, respiratorios y digestivos lo cual pudiera estar asociado con la contaminación detectada.
- Existe la percepción del efecto negativo económico y social producido por la contaminación con los metales pesados del suelo, las aguas y las plantas ruderales o cultivadas, alrededor de la empresa de cerámica de San José de las Lajas.
- La percepción del riesgo por contaminación contribuye a la seguridad alimentaria, evita la biomagnificación y el desarrollo de enfermedades en los animales y el hombre.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M.; Santos, E.; Magalhaes, M.; Fernandes, E (2012). Trace elements tolerance, accumulation and translocation in *Cistus populifolius*, *Cistus salviifolius* and their hybrid growing in polymetallic contaminated mine areas. *Journal of Geochemical Exploration* [en línea] Disponible desde: <10.1016/j.gexplo.2012.05.001.> (Acceso: 5 de mayo 2012).
- Azevedo, F.; Da Matta, A. (2003). *Metais. Gerenciamento da toxicidade*. SP-RJ-RP, BH Ed. Atheren Intertox.
- Cruz, O.; Valdés, R.; Guzmán, A.; Guridi, F.; Mesa, M.; Sánchez, S.; Morán, L.; Balbín, M.; Martín, N.; López, A.; Echemendía, M.; Hernández, N.; Bulnes, C.; Robaina, M.; Alarcón, O. (2013). *Guía de buenas prácticas para el estudio agroecológico de zonas agrícolas con riesgo de contaminación por metales pesados*. Premio MINAGRI 2013. Grupo FITOPLANT, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana. “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
- Delince, W.; Valdés, R.; López, O.; Guridi, F.; Balbín, I. (2015). Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de *Oryza sativa* L y *Solanum tuberosum* L. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 4 (1), 44-50.
- Deshbhratar, S.; Hile, V.; Raut, S.; Mahaley, J.; Singh, A.; Mehta, G. (2014). Recent investigations of few specific heavy metals in water reservoirs of Bhandardara, Ahmednagar Maharashtra, India. *Int. J. of Life Sciences*. 2(2), 134-138.
- Guzmán, A.; Sánchez, S.; García, E. (2008). Degradación de un suelo por efecto de residuales de la Empresa Cerámica del municipio de San José de las Lajas. *Revista. Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 17(3), 45-51.
- Hajar, E.; Sulaimanb, A.; Sakinahb, A. (2014). Assessment of heavy metals tolerance in leaves stems and flowers of *Stevia rebaudiana* Plant. *Procedia Environmental Sciences*. 20, 386-393.
- Harmanescu, M.; Alda, L.; Bordean, D.; Gogoasa, I.; Gergen, I (2011). Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. *Chemistry Central Journal*. 5 (64), 2.
- Hernández, A.; Cabrera, A.; Ascanio, M.; Morales, M.; Rivero, L.; Martín, N.; Baisre, J.; Frómeta, E. (2004). *Claves para la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Problemas de actualidad en la clasificación de suelos. Énfasis en Cuba*. México, Editorial Universidad Veracruzana.
- Hu, W.; Huang, B.; Shi, X.; Chen, W.; Zhao, Y.; Jiao, W. (2013). Accumulation and health risk of heavy metals in a plot-scale vegetable production system in a peri-urban vegetable farm near Nanjing, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 98, 303-309.
- Jamal, Q.; Durani, P.; Khan, K.; Munir, S.; Hussain, S.; Munir, K.; Anees, M. (2013). Heavy metals accumulation and their toxic effects: Review. *Journal of Bio-Molecular Sciences*. 1(1-2), 27-36.
- Lenntech (2013). *Tabla Periódica. Elementos Plomo (Pb) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente*. [en línea] Disponible desde: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm> (Acceso: 13 de diciembre 2013).
- Lopes, C.; Herva, M.; Franco-Uría, A.; Roca, E. (2011). Inventory of heavy metal content in organic waste applied as fertilizer in agriculture: evaluating the risk of transfer into the food chain. *Environ Sci Pollut Res*. 18, 918.
- Lora, R. y Bonilla, H. (2010). Remediación de un suelo de la cuenca alta del río Bogotá contaminado con los metales pesados cadmio y plomo. *Rev. U.D.C.A. Act. Div. Cient.* 13(2), 61-70.
- Lyubenova, M.; Dineva, S.; Karadjova, I. (2012). *Ecotoxicology assessment of waste water emitted from radomir metal industries (Bulgaria)*. [en línea] Disponible desde: <http://eb.bio.uni-plovdiv.bg>. (Acceso: 13 de diciembre 2013).
- Opaluwa, O.; Aremu, M.; Ogbo, L.; Abiola, K.; Odiba, I.; Abubakar, M.; Nweze, N. (2012). Heavy metal concentrations in soils, plant leaves and crops grown around dump sites in Lafia Metropolis, Nasarawa State, Nigeria. *Adv. Appl. Sci. Res.* 3. (2).780.
- Pérez, R (2011). *Efecto de los metales pesados en el medio ambiente y la salud humana*. [en línea] Disponible desde: <http://www.ecured.cu/index.php/> (Acceso: 18 de mayo 2012).
- Pérez, T. (2011) Seguridad alimentaria y desarrollo local. *Boletín GUCID* Año I (6) febrero, 6
- Quevedo, N. (2006) *Identificación de especies botánicas que se desarrollan en un agroecosistema contaminado con elementos metálicos y sus potencialidades en la fitorremediación*. Tesis en Opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
- Reyes, R.; Pierre, G.; Guridi, F.; Valdés, R. (2014). Disponibilidad de metales pesados en suelos Ferralíticos con baja actividad antrópica en San José de las Lajas, Mayabeque. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 23(3), 37-40.
- Rubio, C. (2013) *Ingesta dietética de contaminantes metálicos (Hg, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn y Mn) en la Comunidad Autónoma Canaria. Evaluación toxicológica*. [en línea] Disponible desde: <ftp://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp185.pdf> (Acceso: 23 de septiembre 2013).
- Salinas, J. y Cortés, I. (2013) Informe Final del Proyecto “Evaluación preliminar de riesgos a la salud de la población de la cuenca del Estero El Cobre, asociados con contaminantes ambientales originados por actividad minera, en relación con la exposición hídrica y agroalimentaria”. Santiago de Chile: Centro Nacional de Medio Ambiente (CENMA).
- Sacristán, D. (2015) *Evaluación de la toxicidad y de la bioacumulación del Cu en un cultivo acumulador (Lactuca sativa L.) y otro no-acumulador (Solanum lycopersicum L.) en suelos agrícolas mediterráneos representativos, como base para la propuesta de estrategias de gestión*. Tesis para optar al grado de Doctor por la Universitat de València en el Programa de Doctorado en Biodiversidad. [en línea]. Disponible desde: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/45763/TD-DSacrist%C3%A1nMoraga-DEF%20%28completa%293.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Acceso: 15 de enero 2016).
- Tian, Y.; Green, P.; Stamova, B.; Hertz-Picciotto, I.; Pessah, I.; Hansen, R. (2009) Correlations of gene expression with blood lead levels in children with autism compared to typically developing controls. [en Línea]. Disponible desde: <http://hinari.who.int/whalecomwww.springerlink.com/whalecom0/content/62718544u3168761/fulltext.pdf> (Acceso: 10 de diciembre 2011).
- Wennrich, R.; Daus, B.; Müller, K.; Stärk H.; Brüggemann, L.; Morgenstern, P. (2012). Behaviour of metalloids and metals from highly polluted soil samples when mobilized by water evaluation of static versus dynamic leaching. *Environmental Pollution*. 165, 59
- XIX Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2014. INCA San José de las Lajas, (2014). *Plan de Manejo para la remediación de áreas contaminadas con metales pesados. Impacto comunitario*. Valdés, R.; Delince, W.; Mesa, M.; Sánchez, S.; Kaemmerer, M.; Guzmán, A.; Balbín, I. Cruz, O.; Guridi, F.; Alarcón, O.; Sorí, A. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas.