

Higiene y Sanidad Ambiental, **15** (2): 1315-1318 (2015)

La contaminación por manganeso en comunidades expuestas a fungicidas etilenbisditiocarbamatos en el Soconusco (Chiapas, México)

MANGANESE CONTAMINATION IN COMMUNITIES EXPOSED TO ETILENBISDITHIOCARBAMATE FUNGICIDES IN SOCONUSCO (CHIAPAS, MÉXICO)

Crispín HERRERA PORTUGAL, Guadalupe FRANCO, Humberto BARRIENTOS, Miguel A. RODRIGUEZ

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Laboratorio de Toxicología Ambiental. Carretera a Puerto Madero, Km 2.0; CP 30700. Tapachula, Chiapas. México. Telf./Fax (962) 6251555. Correo-e: cportugal@prodigy.net.mx

RESUMEN

Actualmente los compuestos orgánicos persistentes (COPs) y los metales tóxicos (Metox) son especialmente preocupantes por su toxicidad y ubicuidad; además, el conocimiento que se tiene sobre la presencia de estos contaminantes en el país, sus fuentes y sitios contaminados, presenta un panorama incompleto. En la Región del Soconusco, Chiapas, México, se utilizan en el cultivo del banano más de 300 toneladas anuales de fungicidas del grupo Etilenbisditiocarbamatos (EBDCs) que contienen manganeso en su formulación. En este sentido, con el fin de obtener información situacional sobre la presencia de manganeso en suelo de viviendas en el Soconusco, Chiapas, se realizó un estudio transversal para la determinación de este metal en suelo de viviendas en tres comunidades de la mencionada Región (Faja de Oro, Municipio de Cachoatán; Miguel Alemán, municipio de Suchiate y Ruiz Cortines, municipio de Mazatán). Se analizaron muestras de suelo exterior de vivienda a fin de conocer si la presencia de manganeso en esta matriz ambiental constituye una fuente de exposición humana y un riesgo a la salud. Las muestras fueron analizadas mediante espectrofotometría de absorción atómica. Se encontraron niveles altos de manganeso en suelo de exterior de vivienda. De las tres comunidades estudiadas, la comunidad de Ruiz Cortines, del Municipio de Mazatán resultó con los valores significativamente más elevados ($p < 0.001$), siendo 1.7 veces mayor que las otras dos (Faja de Oro y Miguel Alemán). Los resultados del presente estudio sugieren que el suelo de viviendas de comunidades aledañas a cultivos de banano en la región del Soconusco, pueden ser fuente de exposición humana a manganeso; sobre todo en niños que por sus características fisiológicas y de conducta (como la ingesta de suelo) son considerados como los más vulnerables a los efectos de los contaminantes.

Palabras clave: Manganeso, suelo, mancozeb, maneb.

INTRODUCCIÓN

El manganeso es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, sino que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones. Cuando la gente no cumple con la ración diaria recomendada su salud disminuirá. Pero cuando la ingesta es alta aparecerán problemas de salud. El cuerpo humano típicamente contiene

pequeñas cantidades de manganeso, y en condiciones normales, las mantiene en cantidades adecuadas (ATSDR, 2002).

Además de ocurrir naturalmente en el ambiente, el manganeso puede ser introducido por las actividades humanas. Así, puede ser liberado al aire por la industria o al quemar combustibles fosilizados. Más específicamente, las fuentes de manganeso en el aire incluyen plantas que producen hierro y acero, plantas de energía, hornos de coque y polvo generado por

operaciones de minería no controladas. El manganeso proveniente de estas fuentes humanas puede entrar al agua superficial, y al agua. Pequeñas partículas de manganeso también pueden ser arrastradas por el agua que corre a través de vertederos y el suelo (Beach *et al.*, 1995). La forma química del manganeso y el tipo de suelo determinan la velocidad con que se moviliza a través del suelo y la cantidad que es retenida en él. El manganeso puede cambiar de un compuesto a otro ya sea por procesos naturales o por la actividad humana, pero no se degrada ni desaparece del ambiente (IPCS, 2004).

En cuanto a los efectos a la salud por la exposición a manganeso, se han encontrado relación entre las concentraciones de manganeso en sangre y efectos sobre el sistema nervioso central en trabajadores ocupacionalmente expuestos (Deschamps *et al.*, 2001; Sinczuk-Walczak *et al.*, 2001; Bast *et al.*, 2004; Beuter *et al.*, 2004). Otros han relacionado las concentraciones de manganeso en sangre con la exposición a suelo y polvo contaminado con este metal (Rollin *et al.*, 2005; Diaz *et al.*, 2001) y con otros factores ambientales (Takser *et al.*, 2004; Normandin *et al.*, 2002).

Asimismo se ha asociado la vía de exposición inhalatoria, con aumento de enfermedades respiratorias agudas (Saric *et al.*, 2000). Como puede observarse, la mayoría de los estudios se han realizado en escenarios ocupacionales y ninguno ha abordado la contaminación por manganeso relativa al uso de plaguicidas.

El maneb y mancozeb, dos fungicidas del grupo de los etilenbisditiocarbamatos que contienen manganeso, pueden también contribuir a la cantidad de manganeso en el ambiente cuando se aplican a los cultivos o se liberan al ambiente desde plantas de almacenaje. No hay ninguna información acerca de la cantidad de maneb o mancozeb liberada al ambiente desde plantas que manufacturan o usan estos plaguicidas. La cantidad de manganeso en el ambiente proveniente de la liberación o el uso de estos fungicidas no se conoce (ATSDR, 2002).

Tomando en cuenta que la información sobre el destino del manganeso asociado a fungicidas es muy escasa, nosotros iniciamos una investigación para determinar la concentración de este metal en suelo de viviendas de comunidades expuestas a fungicidas etilenbisditiocarbamatos (EBDCs), utilizados en el cultivo del banano, además de estimar la dosis de exposición por la contaminación del suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de Estudio

Transversal, prospectivo, observacional y comparativo.

Lugar de Estudio

Para este estudio se seleccionó la zona del Soconusco, Chiapas; por dos razones fundamentales,

la primera, el elevado uso de fungicidas del tipo EBDCs como el maneb y mancozeb, en el cultivo del banano, y segundo porque no se contaba con datos de contaminación ambiental por manganeso en suelo de viviendas, producto de la fumigación extensiva e intensiva del cultivo del banano en la región.

Con base a lo anterior se eligieron tres puntos de muestreo: 1) Comunidad Ruiz Cortines del municipio de Mazatán (14° 56'N-92°56'O); 2) Miguel Alemán municipio de Suchiate (14°56'N-92°21'O); y 3) Faja de Oro municipio de Cacaohatán (15°03'N-92°15'O); las primeras dos por su cercanía a cultivos de banano, impactadas por fungicidas EBDCs y la tercera, sin impacto aparente por estos fungicidas, y que fue usada como punto de comparación.

El municipio de Mazatán se encuentra localizado en el estado de Chiapas, México, en la región del Soconusco, con una extensión territorial de 386.6 km². Se localiza en las coordenadas geográficas 14°46' de latitud norte y 92°26' de longitud oeste (INEGI, 2005).

Tamaño de la muestra

Se tomaron 30 muestras de suelo exterior de vivienda.

Toma de muestra

En cada comunidad se seleccionaron de manera aleatoria diez viviendas. Una vez seleccionadas, se colectaron cuatro muestras individuales de aproximadamente medio kilogramo de suelo exterior y próximo (50 cms) a cada vivienda, una en cada dirección (N, S, E y O), estas muestras fueron mezcladas para formar una sola. Las muestras de suelo se tomaron a cinco centímetros de profundidad. Posteriormente fueron transportadas al laboratorio en donde se secaron y redujeron a polvo fino para su análisis.

Determinación de manganeso.

La determinación de este metal se realizó empleando un equipo de absorción atómica marca GBC Avanta 932 AA, de GBC Scientific Equipment Pty LTD, con lámpara de cátodo hueco, que es el recomendado para este metal.

Variables de estudio

Variables de respuesta: Niveles de manganeso.

Variables de exposición y control: Suelo exterior de viviendas.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó el paquete STATA V 8 (Texas, USA). Primeramente se realizó un análisis descriptivo y posteriormente un análisis de comparación de medias (Scheffe) de las concentraciones ambientales de manganeso entre las tres comunidades de estudio. Además se estimaron las dosis de exposición para las concentraciones medias de manganeso y los rangos de las comunidades de estudio.

RESULTADOS

Concentración media de manganeso

Se encontraron niveles altos de manganeso en suelo de exterior de vivienda. De las tres comunidades estudiadas, la comunidad de Ruiz Cortines, Municipio de Mazatán resultó con los valores significativamente más elevados ($p < 0.001$), siendo 1.7 veces mayor el valor promedio de manganeso, que las otras dos (Faja de Oro y Miguel Alemán). Además llama la atención que en esta comunidad se encontraron viviendas con niveles tan altos como 94 mg/Kg (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de Manganeso (mg/Kg) en suelo exterior de viviendas de tres comunidades del Soconusco, Chiapas (México).

| Comunidad | n | Media | D.E | Rango |
|---------------|----|--------|-------|---------------|
| Faja de Oro | 10 | 26.28 | 14.72 | 3.3 - 53.23 |
| Miguel Alemán | 10 | 23.03 | 8.78 | 11.89 - 35.9 |
| Ruiz Cortines | 10 | 44.20* | 21.70 | 15.17 - 94.10 |
| Total | 30 | 31.68 | 18.08 | 3.3 - 94.10 |

* ($P < 0.001$)

Por otra parte, con los valores anteriores se estimaron las dosis de exposición (mg/Kg/día) para cada comunidad, siguiendo la "Metodología de Identificación y Evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados" (OPS/CEPIS, 1999). Las dosis de exposición se estimaron tomando en cuenta a los niños, que son considerados como la población más vulnerable a los contaminantes ambientales, por razones propias de su comportamiento y fisiología. En este sentido se consideró una ingesta de suelo de 350 mg/día, un peso corporal de 14 Kg (infante de 3-6 años de edad), con un factor de exposición igual a 0.11. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Calculo de dosis de exposición.

Las dosis de exposición por comunidad se calcularon de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$D.E. = \frac{C \times TI \times FE}{PC}$$

donde:

- DE= Dosis de exposición
 - C = Concentración del DDT total (mg/Kg)
 - TI= Tasa de ingesta (Kg/día)
 - FE= Factor de exposición
 - PC= Peso Corporal (Kg)
- Considerando que:

Tasa de ingesta: 350 mg/día

Peso corporal: 14 Kg

Tabla 2. Dosis de exposición estimadas por comunidad

| Comunidad | Dosis mg/Kg/día | Rango mg/Kg/día |
|---------------|-----------------|-----------------|
| Faja de Oro | 0.072 | 0.009 - 0.14 |
| Miguel Alemán | 0.063 | 0.032 - 0.098 |
| Ruiz Cortines | 0.12 | 0.04 - 0.26 |

Como puede observarse, las dosis calculadas con las medias de las concentraciones de manganeso para cada comunidad, son inferiores a la dosis de referencia para exposición crónica oral por manganeso (RfD = 0.14 mg/Kg/día). Sin embargo al estimar las dosis de exposición tomando en cuenta los rangos de concentración, se encuentra que las dos primeras comunidades no rebasan la dosis de referencia, no así la comunidad Ruíz Cortinez del municipio de Mazatán, cuyo límite superior fue de 0.26 mg/Kg/día, rebasó 1.8 veces más la dosis de referencia (ATSDR, 2002).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el suelo de las viviendas de la comunidad Ruiz Cortines, del Municipio de Mazatán, tiene los valores más altos de manganeso comparada con las otras dos comunidades estudiadas, esta diferencia puede atribuirse a su cercanía con las plantaciones de banano, y que cuando ocurre la aspersión aérea de fungicidas para este cultivo, buena parte del producto cae en la comunidad. La concentración máxima detectada en esta comunidad (94.10 mg/Kg) resulta significativa, pues al estimar la dosis de exposición para la ingesta de suelo contaminado por manganeso en niños (0.26 mg/Kg/día), esta fue de 1.8 veces la dosis de referencia para este metal (0.14 mg/Kg/día). Sin embargo, pese a que este valor excede la dosis de referencia, el riesgo para efectos no-cancerígenos en este grupo puede caracterizarse como bajo y mínimo para adultos. Aunque, es conveniente tomar en cuenta los posibles efectos a largo plazo por la exposición crónica.

Los resultados del presente estudio sugieren que el suelo de viviendas de comunidades aledañas a cultivos de banano en la región del Soconusco, pueden ser fuente de exposición humana a manganeso; sobre todo en niños que por sus características fisiológicas y de conducta (como la ingesta de suelo) son considerados como los más vulnerables a los efectos de los contaminantes. Esto hace suponer, que los habitantes de estas comunidades han absorbido el manganeso producto de la contaminación ambiental por fungicidas como el maneb y mancozeb que incorporan este metal en su formulación; y que en el

futuro deberá determinarse este metal en sangre de los niños para conocer su carga corporal.

CONCLUSIONES

Los suelos de viviendas de comunidades aledañas a cultivos de banano rociadas con fungicidas del tipo etilenbisditiocarbamatos pueden ser una fuente de exposición humana al manganeso; sobre todo en niños que por sus características fisiológicas y de conducta (como la ingesta de suelo) son considerados como los más vulnerables a los efectos de los contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ATSDR., (2002). Toxicological profile for manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Public Health Service, Atlanta, GA.
- Bast-Pettersen R, Ellingsen DG, Hetland SM, Thomassen Y., (2004). Neuropsychological function in manganese alloy plant workers. *Int Arch Occup Environ Health.* **77**:277-87.
- Beuter A, Lambert G, MacGibbon B., (2004). Quantifying postural tremor in workers exposed to low levels of manganese. *J Neurosci Methods.* **139**:247-55.
- Deschamps FJ, Guillaumot M, Raux S., (2001). Neurological effects in workers exposed to manganese. *J Occup Environ Med.* **43**:127-32.
- Díaz C, Lopez F, Henriquez P, Rodriguez E, Serra-MaJem L., (2001). Serum manganese concentrations in a representative sample of the Canarian population. **80**:43-51.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety), (2004). Manganese and its compounds: Environmental Aspects. Geneva, World Health Organization, (Concise International Chemical Assessment Document 63).
- Normandin L, Panisset M, Zayed J., (2002). Manganese neurotoxicity: behavioral, pathological, and biochemical effects following various routes of exposure. **17**(3):189-217.
- OPS/CEPIS , (1999). Metodología de Identificación y Evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados.
- Rollin H, Mathee A, Levin J, Theodorou P, Wewers F., (2005). Blood manganese concentrations among first-grade school children in two South African cities. *Environ Res.* **97**:93-9.