

Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental

D. Torres¹, T. Capote²

(1) Dpto. de Ambiente y Tecnología agrícola. Universidad Experimental Francisco de Miranda. Complejo Docente el Hatillo coro-estado Falcón. Apartado 4101. Venezuela.

(2) Dpto. de Química y Suelos. Universidad "Lisandro Alvarado" núcleo universitario Tarabana. Apartado 3001. Venezuela.

Se realizó un estudio documental para determinar la magnitud de la contaminación ambiental, en el ámbito global y local, producto de la actividad agrícola intensiva, fundamentalmente del uso de agroquímicos. El resultado obtenido refleja un alto nivel de contaminación no sólo del ambiente, sino en los seres humano, lo que se manifiesta en enfermedades, destrucción de flora, fauna y de los recursos naturales disponibles. Seguidamente se analizaron las alternativas existentes en el análisis químico, con el objeto de realizar tareas de monitoreo y detección de contaminantes, destacándose los métodos de: cromatografía, la detección por isótopos radiactivos y espectrometría. Así mismo, se estudiaron los métodos de extracción existente para el análisis de plaguicidas en muestras de agua, suelo y sangre. Finalmente, producto de observación e investigación llevado a cabo en la Unidad de Análisis Instrumental del Decanato de Agronomía de la UCLA, se analizaron los procedimientos usados a escala regional, las posibles fallas y la manera de optimizar los mismos para mejorar el análisis ambiental en la zona.

Situación actual por la contaminación de agroquímicos

Desde los años cuarenta, el uso de plaguicidas ha aumentado de una manera continua, llegando a cinco millones de toneladas en 1995 a escala mundial. Se observa una tendencia actual a la reducción en el uso de los mismos en los países desarrollados; no obstante éstos se siguen aplicando en forma intensiva en los países tropicales. Se ha establecido que sólo un 0.1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y la biota; por lo tanto, se hace necesario caracterizar el destino final y la toxicidad no prevista de estos plaguicidas para evaluar con certeza el riesgo asociado a su uso (Carvalho et al, 1998). Estudios en el ámbito internacional revelan la gravedad del problema. Un trabajo realizado entre los años 1973 a 1994 realizado por Hendin y Peake en Waimea, Nueva Zelanda, arrojó que luego de un proceso de colmatación en un estuario de la región de Mapua, los niveles de contaminación encontrados, estaban ligados a liberaciones constantes de pesticidas organoclorados (Hendin y Peake, 1996). Otras investigaciones en el área constatan la gravedad del problema. Por ejemplo, un estudio realizado en la India por Dua et al. (1996), reportó niveles de DDT de 2.26 ppm en suelo y 0.18 ppm en el agua, en una zona aledaña a un centro poblado donde se controlaba malaria.

Los estudios citados hasta ahora, revelan un grave daño en el área ambiental; pero quizás lo más grave del asunto, es que estos niveles de contaminación han ocasionado graves daños a la salud en zonas expuestas al impacto de estos productos. Por ejemplo, en 1995, un estudio de mujeres embarazadas en Tailandia reveló que el 75 por ciento de ellas estaban contaminadas con pesticidas organoclorados, en valores en la sangre que oscilaban de: 10.15, 1.21, 1.61, 0.80, 6.95, 3.56, 1.03 y 1.47 ppb; también se reveló que los neonatos tenían niveles de 0.62, 5.05 y 1.24 ppb, siendo los pesticidas detectados el p'p DDE, DDT, Lindano, HCH y Heptacloro (Atisook et al., 1995). De la misma manera, un estudio realizado en Veracruz México por Waliszewski et al. (1996), demostró que en jóvenes menores de 20 años de edad los niveles de contaminación con DDT eran altísimos, encontrándose entre 9 y 20 ppm.

Estudios recientes demuestran que la contaminación, producto del uso de plaguicidas, no sólo se limita a estos países, sino que la misma es alarmante en Venezuela. Entre las investigaciones realizadas en el área ambiental en nuestro país, tenemos un trabajo llevado a cabo por Fernández *et al.*, (1982), donde se analizaron muestras de agua, arroz y suelos en el área de influencia del sistema de riego río Guárico, encontrándose trazas de DDT, Endrin y Dieldrin. En esta misma región, Silvestre (1995), detectó DDT en muestras de agua en el sistema de riego del río Guárico. Así mismo, en esta zona se reportó la contaminación del suelo con DDT en valores que oscilaban entre 0.1 y 247.9 ppm (Saume, 1992). Por su parte, un estudio realizado por el MARNR y la UCLA, mostró la existencia de trazas de Heptacloro y DDE en concentraciones de 0.150 ug/l y 0.006 ug/l respectivamente, en el embalse 'Dos Cerritos', el cual es la principal fuente de agua potable de la ciudad de Barquisimeto (MARNR-UCLA, 1997). Otras investigaciones en el área ambiental han arrojado resultados que revelan la estrecha relación que existe entre el uso inapropiado de agroquímicos, con la destrucción de ecosistemas naturales. En 1986 se detectó el envenenamiento de pichones de gavilán, babas y caimanes dentro del Hato Masaguaral, en el estado Guárico, demostrándose así el efecto negativo de estos productos sobre la biodiversidad de las especies (Silvestri, 1992). Otro estudio realizado en el mismo hato permitió constatar la muerte de aproximadamente el 50 por ciento de la población de peces, debido presumiblemente a intoxicación con pesticidas (Vari, 1984).

Aparte de esto, existe otro grupo de investigaciones que revelan el efecto que han tenido los pesticidas organoclorados sobre la salud humana. Por ejemplo, en 1995 se determinó que el 14 por ciento de los estudiantes de la Escuela Técnica Agrícola Ricardo Montilla en Acarigua, presentaban contaminación en sangre por pesticidas organoclorados (Silvestri, 1995). Igualmente, en el Estado Yaracuy, se han realizado estudios que revelan la presencia de pesticidas organoclorados en muestras de leche materna. En estos trabajos se observó la presencia de DDT en cantidades muy superiores al rango de tolerancia (Bruguera y Brunetto, 1996). Otro estudio realizado en los años 1987 y 1988 en el Hospital General de Calabozo, en el estado Guárico, reveló que el 2.6 por ciento de las muestras de calostro, presentaban restos de Dieldrin, en cantidades que superan de 108 a 110 veces la ingesta máxima permisible.

Por su parte investigaciones realizadas en el estado Lara, revelan un gran problema de salud pública, producto del uso indiscriminado de pesticidas. En 1998, investigaciones llevadas a cabo, por la UCLA y el Centro de Toxicología del estado Lara, revelaron la presencia de altos niveles de pesticidas en muestras de sangre de pobladores de la zona. Los productos encontrados fueron principalmente organoclorados, destacándose el DDT, como el principal producto encontrado durante el estudio, y en un menor porcentaje pesticidas fosforados y carbamatos. En el trabajo señalado anteriormente se observó que un 61 por ciento de las muestras analizadas en pacientes de Quibor, El Tocuyo, Carora, Sanare, Siquisique y Duaca estaban contaminadas con algún producto organoclorado. En este mismo estudio se reveló que entre 1984 y 1997 en el estado Lara se presentaron 3544 casos de intoxicaciones por uso de estos productos (Zambrano, 1999).

Pero quizás el hecho más grave corresponde a la presencia de malformaciones congénitas. En un estudio llevado a cabo en el Hospital General de Calabozo durante 8 años, se encontró en 1.8 por ciento de los recién nacidos malformaciones genéticas, destacándose picos máximos en 1987 (2.4%) en 1988 (2.8%) y en 1992 (2.46%) (Parra y De la Fuentes, 1995). Además de los casos de malformaciones, se han incrementado alarmantemente los casos de leucemia, lo cual es atribuido por muchos investigadores al uso irracional de pesticidas (Parra y De la Fuentes, 1995). Dada esta situación, es necesario determinar la presencia de los plaguicidas en muestras ambientales y biológicas, y es necesario realizar un programa de seguimiento para analizar cada uno de los ambientes que estén sujetos a posibles alteraciones producto de su uso. Por este motivo, instituciones como la EPA, han diseñado una serie de métodos analíticos para la determinación de plaguicidas en muestras ambientales, este análisis involucra la identificación y cuantificación de cientos de diversos compuestos o combinación de los mismos en diversas matrices.

Técnicas empleadas para el monitoreo de agroquímicos

A pesar de la problemática presentada por la contaminación con agroquímicos en Latinoamérica, es poco lo que se ha hecho, y no es hasta hace poco que se han masificado los estudios de evaluación del impacto ambiental para contribuir a detectar las zonas con mayores problemas. En este aspecto, el análisis químico juega un papel importante, y técnicas como la cromatografía, la espectrofotometría, la reflexión de rayos X o el uso de trazadores radiactivos han sido empleadas para la detección y cuantificación de agentes contaminantes en diversos ecosistemas. Los métodos de monitoreo, han sido empleados en muchos análisis. Por ejemplo, Carvalho *et al.* (1998) realizaron un rastreo de plaguicidas en 18 países tropicales mediante trazadores radiactivos. Rosell en España evaluó la sangre de trabajadores agrícolas mediante cromatografía, detectando la presencia de plaguicidas. En Yaracuy (Venezuela) en 1998 Brunetto y Bruguera mediante cromatografía analizaron muestras de sangre materna, detectando la presencia de DDT. Por su parte, López (2000) analizó suelos en cacaotales mediante espectrometría para determinar el contenido de cadmio. En este sentido, en el estado Lara (Venezuela), la unidad de análisis instrumental del Decanato de Agronomía de la Universidad Centooccidental ?Lisandro Alvarado? UCLA ha realizado algunas investigaciones, entre la que destacan: análisis de agua de la represa Dos Cerritos, determinación de métodos para la detección de metribuzin en suelos agrícolas, y análisis de sangre de habitantes de el área de Quibor. Todo estos análisis han usado la cromatografía como método de cuantificación.

Mejoramiento de los métodos analíticos para la evolución del impacto ambiental

Según Mujherkee y Madhuban (1996) las fases básicas para la determinación de pesticidas son: muestreo, extracción del pesticida de la muestra, limpieza e identificación, y cuantificación de residuos de pesticidas. Para que este proceso sea exitoso debe cumplirse con una fase de validación, la cual consiste en satisfacer una serie de parámetros, los cuales garantizan la aceptación del método. En la etapa de muestreo la matriz a evaluar debe ser representativa y la misma debe ser correctamente procesada. Mientras que en el análisis deben cumplirse con las siguientes condiciones: la extracción debe ser completa; la limpieza debe ser efectiva; la resolución cromatográfica debe ser adecuada; la determinación cuantitativa debe responder a la sensibilidad del detector y el método debe ser reproducible. Dado que estas técnicas resultan costosas debido al empleo de patrones, los cuales son importados, y el uso de solventes orgánicos (acetona, hexano, metanol) de alto costo, usados en el proceso de extracción. Es por eso que algunas investigaciones se han centrado en optimizar la técnica de extracción y cuantificación en función de reducir los costos, manteniendo su eficiencia. Para ello se han planteado algunas propuestas en el proceso de extracción, por ser ésta una de las etapas más costosas y delicadas de todo el proceso.

En este sentido Boer y Wells (1996) realizaron un trabajo para evaluar los diferentes métodos de extracción usados para la determinación de pesticidas en peces y sedimentos. Este estudio se llevó a cabo debido a la elevada demanda que existe para la obtención de métodos que permitan evaluar la presencia de pesticidas organoclorados en sedimentos. En este trabajo se concluyó que es necesario evaluar los diferentes métodos de extracción, para determinar las posibles interferencias que afectan el porcentaje de recuperación. Por su parte Dedek y Niessner (1996), propusieron el uso de una mezcla de metanol, hexano y acetona, para la determinación de pesticidas organoclorados en sedimentos, logrando alcanzar un porcentaje de recuperación que estaba entre el 80 y 90 por ciento para los 14 pesticidas que fueron evaluados.

Torres y Capote (2000), evaluando el método Soxhlet 3540 B para la determinación de pesticidas organoclorados en sedimentos, determinaron que con tan solo 60 ml de hexano y sólo 4 horas de extracción se logra cuantificar el DDT, Lindano y Heptacloro por encima del 70 %, y se identificaron además el DDT, aldrin y endrin, logrando de esta manera reducir los costos y el tiempo de extracción. Estos investigadores, además, evaluaron algunos aspectos de la metodología, determinando que es necesario trabajar a niveles trazas y probar con nuevos solventes, sobre todo para la determinación de otros tipos de compuestos. Así mismo detectaron algunas fallas de la metodología, dados los problemas de dotación de los laboratorios, como fallas en los sistemas de refrigeración, falta de patrones de calibración y escasez de solventes de alta calidad. A parte de estos investigadores, hoy día un grupo de científicos se han centrado en proponer alternativas de análisis químico distintas a las citadas anteriormente, con el fin de mejorar el espectro de evaluación. Entre éstas, se encuentran el uso de la espectrofotometría para la determinación de elementos traza en cebolla, la determinación de metales pesados en suelos venezolanos, que actualmente adelantan las facultades de Ciencias y Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, y los trabajos de investigación de la Universidad Lisandro Alvarado tendientes a optimizar los métodos ya existente, reduciendo el costo y poniéndolo al servicio de la comunidad.

Conclusiones y recomendaciones

La contaminación ambiental constituye un problema grave a nivel mundial dada las repercusiones que ésta tiene, es por ello que se deben hacer esfuerzos para mejorar las técnicas que permitan mejorar la detección de agentes contaminantes y monitorear constantemente los ecosistemas sujetos a impactos ambientales severos, con el fin de tomar las medidas preventivas. Se deben optimizar los métodos ya existente, tal como viene proponiendo la Unidad de Análisis Instrumental del Decanato de Agronomía de la Universidad Lisandro Alvarado. Con el fin de mejorar la cuantificación, reducir los costos y ampliar el rango de acción. Así mismo, se debe ir trabajando en proponer tecnologías alternativas para evitar algunas fallas de las metodologías, es decir: fabricar nuestros propios patrones de calibración y reciclar los solventes como el sulfato de sodio, la acetona y el hexano, entre otros. Finalmente se recomienda que se debe trabajar conjuntamente al análisis químico en programas de educación a la comunidad, donde, a través de los convenios que actualmente adelanta la Universidad Lisandro Alvarado con distintos entes, se realicen campañas en las Cuencas del Río Tocuyo, y se continúen los trabajos de investigación con Institutos de Educación Media que permitan realizar trabajos sencillos orientados a la evaluación de calidad del agua potables en comunidades de la región.

Referencias

- Atisook R., Kham N; Toongsuwan, S. y Punnakanta L. 1997. Organochlorine compounds in perinatal blood samples maternal and neonatal measurements at Sirijat Hospital. *Sirijat. Hospital Gazette*. 47:8 712-717. Bangkok. Tailand.
- Boer, J. y Wells, D. 1996. The 1994 QUASIME laboratory- performance studies: Biclolorobiphenyls and organochlorines pesticides in fish and sediments. *Marine Pollution. Bulletin*. 32: 8-9. 654-666.
- Bruguera, A. y Brunnetto, R. 1996. Levels of DDT residues in human milk of Venezuelan women from various rural population. *Elsevier Science*. 186(1). 203-207.
- Carvalho, F. Zhong, N., Tavarez y Klaine S.1998. Rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín del OEIA No 40.
- Dedet, W., Weil, L. y Niesner, R. 1996. Extraction of pesticides from soil by metanol-acetona-water in dependence upon low kow. *Fresenius Enviromental Bulletin*. 5-6 241-247. Germany.
- Dua, VK., Pant, CS. y Sharma, VP. 1996. Determination of level of HCH and DDT in soil, water, and whole blood from bioenvironmental and insecticide sprayed areas of malaria control. *Indian Journal of Malariology*. 33:1 7-15 India.
- Fernandez, M., Saume, E. y Anzola, F. 1982. Estudio preliminar sobre la contaminación por plaguicidas organoclorados en el sistema de riego Río Guárico y su zona de influencia. Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Maracay Venezuela.
- Fernandez, S. 1995. Contaminación de plaguicidas en sangre materna y sangre de recién nacidos. Departamento de pediatría. Hospital general de Calabozo. Guárico, Mimeografiado. Pag 9.
- Hendi, EJ y Peake, BM. 1996. Organochlorine pesticides in a dated sediment core from Mapua, Waiwea Inlet, New Zeland. *Marine Pollution Bulletin*. 32:10 751-754. New Zeland.
- Lopez, F., Rosell, G., Berenguer, J., Guardino, J. y Brosa, J.1993. Determination of chlorinated insecticides in blood samples of agricultural workers. *Elsevier Science*. 120 (1).152-156.
- Mujherkee, I. y Madhuban, G. 1996. Chromatographic techniques in the analysis of organochlorine pesticide residues. *Elsevier Science*. 754 (1) 33-42.
- Parra, L. y De La Fuentes, C. 1995. Contaminación por plaguicidas en sangre y leche materna de recién nacidos. Departamento de pediatría del hospital general de Calabozo. Mimeo. Guárico Venezuela.
- Parra, L. y De La Fuentes, C. 1995. Agrotóxicos, efectos en la población infantil de Calabozo. Departamento de pediatría del hospital general de Calabozo. Mimeo. Guárico. Venezuela.
- Salazar, M. 2000. Las verdades de Miguel. Semanario quinto día. P32. Septiembre 8. Caracas. Venezuela.
- Saume, SR. 1992. Introducción a la química y toxicología de insecticidas. Industria grafica Integral. Maracay. Venezuela
- Silgoner, I., Krasha, L., Gans, O., Grassebauer, M. y Rosember, E. 1998. Microwave assisted extraction of organochlorines pesticides of sediments and its application to contaminated sediments samples. *Fresenius and Chem*. 1998. 362 120-124. Viena Austria.
- Silvestri, R. 1992. Estudio de Biodiversidad del Hato Masaragual. Guárico. Guárico. Venezuela.
- Silvestri, R. 1995 Análisis de Muestra de Sangre. De alumnos de la escuela agropecuaria Ricardo Montilla. Contaminación por plaguicidas en la población infantil de Calabozo. Guárico. Venezuela.

Torres, D. y Capote, T. 2000. Evaluación de un método para la determinación de pesticidas organoclorados en sedimentos. Trabajo de grado. Universidad Centroccidental ? Lisandro Alvarado?.

Vari, R.1984 Estudio de Plaguicidas en el Hato Masaragual. Smitsonian Institute. Guárico Venezuela.

Waliszewski, SM., Pardo, S., Chantiri, P. y Aguirre, G. 1996. Organochlorine pesticide body burnen of young Mexican. *Fresenius enviromental Bulletin*. 5: 5-6 357-360. Veracruz. México.

Universidad Centroccidental ?Lisandro Alvarado' 1997. Reportes de muestras de agua de la represa ?Dos cerritos?. Tarabana.

Universidad Centroccidental ?Lisandro Alvarado' y Ministerio de Sanidad. 1999. Reportes de muestras de sangre de habitantes de la población del municipio Jiménez.

Zambrano, J. 1999. Los plaguicidas aumentan tasa de mortalidad en Quibor. El impulso. Diciembre 16. P C-1. Barquisimeto.