

Análisis



Pesticidas: salud y ecosistemas

Ludwing Mauricio Cogollo Rueda

* Ingeniero Sanitario y Ambiental, Esp. En Química Ambiental
mcogollo@unisangil.edu.co

Palabras clave: Pesticidas, ecosistemas, Contaminante Orgánico Persistente (COP), bioacumulación, biomagnificación, cadena alimenticia, agricultura, agroecología.

Resumen

El sistema de producción de alimentos ha variado considerablemente desde la aparición de insumos químicos en la agricultura; si bien es cierto que ha "aumentado" la eficiencia al lograrse una mayor producción en espacios pequeños, también vale la pena considerar los efectos producidos por esta situación pues se ha llegado a contaminar espacios y comunidades vivas en todos los rincones del planeta deteriorando de forma grave y en muchos casos irreversible el funcionamiento de los ecosistemas. El resurgimiento de prácticas tradicionales se postula como una opción saludable al aplicar técnicas de producción agroecológica sin embargo se necesita con urgencia concebir la contaminación como un problema global y de la misma forma su solución pues los esfuerzos aislados de comunidades campesinas no tienen un impacto representativo sobre la promoción de la salud del consumidor ni sobre la conservación del medio ambiente.



En la actualidad, es común utilizar agentes químicos en los procesos agrícolas como estrategia para garantizar que poblaciones de organismos convertidos en "plagas" no ataquen los cultivos, y de esta forma obtener una mayor productividad. Muchas sustancias químicas procedentes de estos elementos llegan a las fuentes de agua creando graves alteraciones en el entorno natural. En los ecosistemas de agua dulce se observa que las concentraciones de pesticidas órgano-clorados y piretroides sintéticos, que fueron utilizados hace más de 15 años en dosis que no superaban los 0.25 kg/Ha, siguen causando daños sobre la vida acuática. Esto se refleja en los altos niveles de sensibilidad de organismos como insectos, peces y crustáceos a este tipo de compuestos (Van Wijngaarden et al, 2005).

Uno de los compuestos órgano-clorados de mayor uso, para prevenir plagas agrícolas y vectores infecciosos ha sido por varias décadas el DDT (p,p'-diclorodifenil tricloroetano). En el año de 1942, durante la Segunda Guerra Mundial, Paul Hermann Müller (laureado con el premio Nóbel en medicina y fisiología en 1948), descubrió en Suiza las propiedades insecticidas de este compuesto sintetizado por primera vez en 1874. Al mismo tiempo, laboratorios alemanes empezaron a producir pesticidas organofosforados. En 1945, se descubrieron los carbamatos en Inglaterra, mientras que las investigaciones en organoclorados derivaban en nuevos y más eficaces productos. A partir de 1950 se da un crecimiento exponencial en el uso de pesticidas, desconociéndose hasta entonces las posibles consecuencias que podría traer la utilización de estas "herramientas de producción" (Carreño, 2005).

El problema del DDT

El DDT es considerado como un compuesto C.O.P. (contaminante orgánico persistente), que es altamente soluble en lípidos (compuestos no polares). Esta característica hace que los organismos lo absorban con mucha facilidad, y así almacenen en sus organismos concentraciones mucho mayores que las presentes en el medio. Estas proporciones van aumentando a lo largo de la cadena alimenticia. El DDT presenta un nivel de reactividad muy bajo lo que le permite, en caso de no ser absorbido por organismos, permanecer por grandes períodos de tiempo en el ambiente, de manera casi inalterada (Katsoyiannis y Samara, 2004)

La exposición y bioacumulación de este tipo de agentes puede producir efectos como malformaciones en las extremidades e irregularidades en el tracto digestivo de la descendencia de individuos afectados. Sin embargo el DDT y sus metabolitos no siempre actúan como teratogénicos. Éstos también pueden bloquear la asimilación de calcio y otros nutrientes necesarios para el buen mantenimiento del organismo. En el ambiente acuático, si los tiempos de exposición son cortos, su alta insolubilidad en agua (aprox. 4 ppb) hace que sus dosis letales sean muy altas en comparación con otros COP's (Saka, 2004), dificultando considerablemente su detección, lo cual incrementa el fenómeno de biomagnificación a través de la cadena alimenticia.

El DDT, al ser monitoreado, puede ser encontrado en el aire, el suelo, el agua y los seres vivos. Dada su alta estabilidad química, es fácilmente transmisible a diferentes medios. Si se encuentra en el suelo, puede ser arrastrado por lixiviación o por acción del viento, llegando a espacios y organismos muy lejanos del punto de aplicación. Tal es el caso de la Región del Lago Taihu, en China, donde se encontró en la superficie, en el cincuenta por ciento de las pruebas, en concentraciones entre los 0.3 a 5.3 ppm; además de su presencia en plantas, lodos y peces, luego de 20 años de la última fumigación. (Feng et al, 2003).

Modelos de dispersión atmosférica utilizados en Norteamérica para el monitoreo de compuestos órgano-clorados, determinaron la presencia de trazas de estos en diferentes regiones del país. Especialmente en el sureste de EEUU se encontraron concentraciones importantes de compuestos derivados de clordano (Shen et al, 2005). El clordano y algunos de sus derivados fueron ampliamente utilizados durante la década de los 70's. En la actualidad, no se cuenta con estudios síntoma-patológicos precisos, pero pruebas realizadas in vitro con células humanas mostraron que este compuesto y sus derivados producen afecciones sobre el sistema inmunológico. Además, las células defectuosas no fueron fácilmente eliminadas, lo cual crea una mayor predisposición a desarrollar tumores y a padecer infecciones virales (Reed et al, 2004).

Desde su aparición, el uso de pesticidas órgano-clorados causó grandes cambios en la agricultura. Sus efectos sobre el ecosistema y la salud humana tardaron muchos años en aparecer. Países como EEUU, Canadá, China, Japón y los pertenecientes a la Unión Europea suspendieron su uso hace ya varias décadas. Sin embargo, los países en vía de desarrollo, aunque de manera restringida, continúan utilizando el DDT, siendo éste almacenado en compuestos lipídicos. Así, es común encontrarlo en la leche materna. De esta manera entra sin mayor dificultad al organismo de niños lactantes, creando en ellos predisposición a enfermedades como cáncer de páncreas, desequilibrios neuropsicológicos y disfunciones reproductivas. Hoy en día, casi 60 años después de la aparición del DDT, no se ha logrado establecer la totalidad de sus consecuencias y afecciones sobre la salud (Yu et al, 2005).

Sin embargo, la leche materna es sólo una de las vías de ingreso del DDT en el organismo humano. Y no necesariamente la primera. Pruebas de laboratorio aplicadas en Hisar, India, mostraron presencia de diferentes COP's en la totalidad de los productos vegetales alimenticios provenientes de 84 granjas en estudio. En el caso puntual del DDT sus concentraciones no excedían los límites permisibles. Pero el hecho de estar presente en todos los productos, hace suponer una toxicidad por efecto de bioacumulación y biomagnificación (Kumari et al, 2004). De hecho, se ha observado que niños que nacen de mujeres

expuestas a pesticidas órgano-clorados presentan anomalías en sus genitales como criptorquidismo o síndrome de "testículo vacío". En ocasiones, estas enfermedades están acompañadas de hipospadia (malformación en la cual la abertura de la uretra está ubicada al lado y no en la punta del pene). Trazas de estos compuestos fueron encontradas en el organismo de 75 madres de niños que presentaron criptorquidismo, 66 con hipospadias, y 4 con las 2 condiciones (Bhatia et al, 2005).

Existen básicamente tres rutas de ingestión del DDT: oral, inhalatoria y dérmica. La ingestión por vía oral es la más importante. Una vez en el organismo, este compuesto se almacena en diferentes tipos de células, lo que le permite estar presente en diferentes órganos y concentraciones. Los órganos que almacenan DDT de mayor a menor concentración son: el hígado, las glándulas suprarrenales, el corazón, el páncreas, los riñones, el bazo y la tiroides. A nivel celular, el DDT y sus metabolitos inducen la apoptosis. Aún no se conoce el mecanismo que utiliza el DDT para generar esta reacción, pero se ha demostrado en células sanguíneas humanas que este proceso está precedido por el aumento de especies de oxígeno reactivo (ROS), lo cual a su vez genera estrés oxidativo. (Pérez-Maldonado et al, 2005).

La agroecología: opción saludable

Puede decirse que la exposición a pesticidas trae consigo diversos riesgos, tanto para la salud humana como para el mantenimiento de los ecosistemas. A raíz de esta situación, ha surgido a nivel mundial un movimiento que impulsa la reconversión de técnicas agrícolas utilizando insumos "sanos", de modo que se preserve la salud del productor, del agricultor, del consumidor y del ambiente en general. Estas técnicas se basan en la aplicación de ciclos y modelos naturales a la producción agrícola. Las metodologías pueden ser aplicadas por los agricultores in situ, pero deben efectuarse controles rigurosos pues se corre el riesgo de contaminar suelos y cultivos con microorganismos patógenos y de esta manera sólo se estaría cambiando de contaminación química a contaminación microbiológica (Sánchez et al, 2004).

Por esta razón, para llevar a cabo un proceso de producción agrícola realmente sano y sostenible, es necesario introducir el término "agroecología". La "agroecología" es entendida como la aplicación de ciclos y modelos naturales en la producción agropecuaria utilizando "herramientas vivas" tan variadas que incluyen plantas forrajeras, insectos, animales superiores, microorganismos, biomasa, biocompost, entre otros, evitando la aplicación de agentes que, independiente de su origen o naturaleza, puedan degradar las condiciones del ecosistema.

Esta metodología permite a su vez introducir el concepto de "integralidad" que consiste en la elaboración de insumos "in situ", permitiendo al agricultor independizarse de casas agrícolas comerciales y al consumidor disfrutar de productos sanos para su alimentación (Fundación Hogares Juveniles Campesinos). La agroecología es una disciplina científica que define, clasifica y estudia los sistemas agropecuarios desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. Esto quiere decir que su accionar siempre tiene en cuenta principios como la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes, la interacción entre los diferentes cultivos, animales y suelo, y la regeneración y conservación de los recursos naturales, garantizando un sistema agropecuario perdurable,, integrando saberes indígenas y campesinos con el conocimiento técnico moderno, para obtener métodos de producción que respeten el medio ambiente y la sociedad (Moncaleano R).



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CARREÑO-R. J. Exposición de hombres jóvenes a compuestos tóxicos persistentes y bioacumulables en el sureste peninsular. Tesis Doctoral Universidad de Granada. España, 2005

VAN WIJINGAARDEN R., Brock., , Van den Brink P. (2005)
Threshold levels for effects of insecticides in freshwater ecosystems: a review.
Ecotoxicology 14 (3): 355-80

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Granja Integral Autosuficiente. Ed. San Pablo. Bogotá, Colombia 2004

KATSOYIANNISA., y SAMARAC. Persistent organic pollutants (POPs) in the sewage treatment plant of Thessaloniki, northern Greece: occurrence and removal. *Water Research* 38 (11): 2685-98

MONCALEANO R. Manual de Prácticas para una Finca Ecológica "Tierra Viva". Ed. Centrodibujo. Bucaramanga, Colombia, 2004.

SAKA M. (2004)
Developmental toxicity of p,p'-dichlorodiphenyltrichloroethane, 2,4,6-trinitrotoluene, their metabolites, and benzo[a]pyrene in *Xenopus laevis* embryos.

Environmental Toxicology Chemical 23 (4): 1065-73

FENG K., YU B., GE D., WONG M., WANG X., CAO Z (2003)

Organo-chlorine pesticide (DDT and HCH) residues in the Taihu Lake Region and its movement in soil-water system I. Field survey of DDT and HCH residues in ecosystem of the region. *Chemosphere* 50 (6): 683-7

SHEN L., WANIA F., LEI Y., TEIXEIRA C., MUIR D., BIDLAMAN TF. (2005)

Atmospheric distribution and long-range transport behavior of organochlorine pesticides in North America. *Environmental Science and Technology* 39 (2): 409-20

REED A., DZON L., LOGANATHAN B., WHALEN M. (2004)
Immunomodulation of human natural killer cell cytotoxic function by organochlorine pesticides.
Human Exposure Toxicology 23 (10): 463-71

YU H., ZHAO X., ZHANG X., ZHU Z., ZHAO Z. (2005)
The investigation on basic contents of organochlorine pesticides in human milk during consecutive periods in Beijing urban areas. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 39 (1): 22-5

KUMARI B., MADAN V., SINGH J., SINGH S., KATHPAL T. (2004)
Monitoring of pesticidal contamination of farmgate vegetables from Hisar.
Environmental Monitoring Assessment 90 (1-3):65-71

BHATIA R., SHIAU R., PETREAS M., WEINTRAUB J., FARHANG L., ESKENAZI B. (2005)
Organochlorine pesticides and male genital anomalies in the child health and development studies.
Environmental Health Perspective 113 (2): 220-4

PEREZ MALDONADO I., HERRERA C., BATRES L., GONZALES AMARO R., DIAZ BARRIGA F., YANEZ L. (2005)
DDT-induced oxidative damage in human blood mononuclear cells. *Environmental Research* 98 (2): 177-84

SANCHEZ MONEDERO M., MONDINI C., de NOBILI M., LEITA L., ROIG A. (2004)
Land application of biosolids. Soil response to different stabilization degree of the treated organic matter.
Waste Management 24 (4): 325-32