

Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas

Human health risks caused by pesticides

FERNANDO PLENGE-TELLECHEA^{1,3}, JORGE ANÍBAL SIERRA-FONSECA² Y
YUREN ARMANDO CASTILLO-SOSA²

Introducción

El desarrollo económico y social de las poblaciones conlleva a la necesidad de mejorar los sistemas de abastecimiento de alimentos. Por un lado, el desarrollo agrícola y pecuario demanda un incremento en la producción con el objetivo de obtener mayores ganancias, y satisfacer, al mismo tiempo los requerimientos nutricionales necesarios de la población. Esto ha requerido del uso de agroquímicos con el propósito de aumentar la producción. El mal manejo de las prácticas de la aplicación de agroquímicos puede ocasionar serios problemas a la salud de la población ocupacionalmente expuesta.

A esto se suma la lucha contra las plagas de insectos y otros animales que funcionan como vectores transmisores de enfermedades. La aplicación de una gran cantidad de sustancias químicas contra diversos organismos dañinos ha propiciado efectos negativos sobre la salud humana y daños sobre los ecosistemas (Ferrer, 2003). Según la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), los plaguicidas son sustancias químicas que se utilizan para prevenir, eliminar, repeler o mitigar cualquier peste.

El término plaguicida se aplica a insecticidas, herbicidas, fungicidas y algunas otras sustancias de origen natural o sintético usadas para el control de plagas. Los plaguicidas representan un peligro potencial para los seres humanos, animales, plantas y para el ambiente en general. Al mismo tiempo son útiles

a la sociedad, ya que controlan plagas que causan enfermedades y destruyen organismos que dañan a la producción agrícola. El mal manejo de estos plaguicidas puede provocar intoxicación al usuario en forma accidental. La exposición a plaguicidas está asociada a un creciente número de efectos

crónicos en la salud (Plenge y Vargas, 2003; Dalvie *et al.*, 2003).

Importancia de los plaguicidas y daños a la salud

La utilización de los plaguicidas en la agricultura representa un beneficio innegable, garantizando una mayor producción agrícola y haciendo que la misma sea mucho más estable.

¹Profesor del Instituto de Ciencias Biomédicas (ICB), Laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Henry Dunant 4016, zona del Pronaf, Cd. Juárez. C.P. 32310.

²Técnicos del laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica, ICB, UACJ

³Dirección electrónica de autor de correspondencia: fplenge@uacj.mx

Los plaguicidas también brindan la ventaja de evitar la propagación de enfermedades por vectores como insectos, ácaros y roedores. El uso de los plaguicidas también contribuye a mejorar la alimentación, ya que permite tener una mayor disponibilidad de los alimentos y aumenta su vida de anaquel (Weiss et al., 2004).

Los plaguicidas son compuestos químicos utilizados extensivamente en todo el planeta, lo que resulta en una exposición continua de la población a partir de diferentes fuentes tales como alimentos, el agua y el suelo. Aún cuando el efecto tóxico de los plaguicidas está dirigido a organismos específicos, estos compuestos se encuentran en gran cantidad en el ambiente, lo que constituye una amenaza grave a la salud pública. Tan solo en Estados Unidos, cada año se aplican 4.5 billones de libras de plaguicidas diversos (Alavanja et al., 2004; Weiss et al., 2004).

Los efectos tóxicos de los plaguicidas sobre la población humana han sido motivo de preocupación por muchos años, sin embargo, los mecanismos de toxicidad de la mayoría de los plaguicidas son poco comprendidos a la fecha (Ferrer, 2003). Existen diversos tipos de plaguicidas y cada uno de ellos posee un mecanismo de acción distinto. Entre los plaguicidas más comúnmente utilizados se encuentran los organofosforados, los carbamatos, los organoclorados y los piretroides. Los efectos tóxicos producidos por los plaguicidas organofosforados y carbamatos se enfocan principalmente en el sistema nervioso, afectando las terminales nerviosas a nivel enzimático (Weiss et al., 2004). Los organofosforados son altamente tóxicos y se absorben rápidamente por las vías respiratorias y por la piel, así como también por medio de la ingestión (Jeyaratman y Maroni, 1994). Los carbamatos también pueden ser muy tóxicos, y una vez que ingresan al cuerpo se distribuyen rápidamente por el torrente sanguíneo.

Por otro lado, los plaguicidas organoclorados fueron los primeros en aplicarse mundialmente de forma masiva, aunque actualmente su uso se

encuentra muy restringido debido a los efectos tóxicos que pueden causar. En este grupo se incluye el insecticida DDT, uno de los plaguicidas más conocidos el mundo. Los organoclorados pueden tener efectos negativos sobre el sistema endocrino, además de ser potencialmente mutagénicos y carcinogénicos, aunque también pueden afectar el sistema nervioso y acumularse en el tejido graso (Longnecker et al., 1997; Kester, 2001).

Los piretroides constituyen otro grupo de plaguicidas ampliamente utilizados, tanto en la agricultura como en el hogar. La exposición a insecticidas piretroides se ha descrito desde hace ya varios años, y los efectos negativos de estos compuestos incluyen alteraciones en el sistema nervioso y en el sistema inmunológico (Soderlund et al., 2007). Aunque la tasa de absorción cutánea es baja para los piretroides, se han descrito también casos de alteraciones en la piel como reacciones alérgicas y dermatitis (Ferrer, 2003).

Mecanismos de descomposición de los plaguicidas en la naturaleza

El ambiente también puede verse afectado por la presencia de plaguicidas. La contaminación del agua por este tipo de compuestos puede afectar diversos sistemas biológicos. Una vez contaminada el agua puede pasar mucho tiempo para su saneamiento, existiendo el riesgo de la bioacumulación (Dalvie *et al.*, 2003). La entrada de plaguicidas al agua procedentes de tierras agrícolas está regulada por factores que controlan el destino del plaguicida en el suelo. Estos pueden verse afectados por otros factores como la volatilización del compuesto, además de transformaciones sufridas por procesos químicos, biológicos o fotoquímicos (Flores *et al.*, 2002).

El estudio de los mecanismos de degradación de los plaguicidas en la naturaleza es de vital importancia, puesto que se ha descubierto que algunos de ellos pueden bioacumularse en las cadenas tróficas, y pueden persistir en el ambiente durante periodos muy prolongados (Ferrer, 2003). La degradación de los plaguicidas generalmente ocurre gracias

a la combinación de diversos factores. Entre estos factores se incluyen la descomposición por hidrólisis química, la degradación por microorganismos, la humedad, el pH del suelo y el contenido de materia orgánica (Smith et al., 2006). La degradación de los plaguicidas es diferente en cada caso. Por ejemplo, la hidrólisis química del plaguicida carbofuran es la principal ruta de degradación del compuesto en suelos alcalinos, mientras que en suelos ácidos ocurre principalmente gracias a la acción microbiana. En contraste, la hidrólisis química del organofosforado Diazinon ocurre bajo condiciones ácidas, pudiendo presentarse también la descomposición por microorganismos (Bro-Rasmussen et al., 1968; Getzwin, 1973).

Trabajos realizados en el laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica de la UACJ

Los mecanismos de acción de los diversos plaguicidas utilizados comúnmente en la agricultura y en el hogar son distintos en cada caso, y en general se desconocen los posibles efectos tóxicos que estos compuestos químicos pueden tener en la salud humana.

Preocupados por esta situación y con el fin de aportar nuevos datos en relación con la intoxicación por plaguicidas, en el Laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez se estudiaron los efectos tóxicos de diversos plaguicidas sobre la salud. Para esto se utilizaron varios modelos experimentales bajo condiciones controladas de laboratorio.

En primer lugar, estudiamos el efecto de algunos de los plaguicidas más utilizados sobre un par de sistemas enzimáticos clave en los organismos vivos. Las enzimas son proteínas que funcionan como catalizadores biológicos de diversas reacciones celulares y tienen funciones cruciales en el metabolismo de cualquier organismo, incluyendo el ser humano. En este caso, se utilizaron dos enzimas encargadas de regular las concentraciones de calcio (Ca^{2+}): la Ca^{2+} -ATPasa de membrana plasmática de eritrocito y la Ca^{2+} -ATPasa de

retículo sarcoplásmico de músculo esquelético.

Los experimentos consistieron en aislar las enzimas a partir del tejido de interés y colocar las preparaciones utilizando un medio de reacción apropiado para que la enzima funcione correctamente. A este medio se le agregaron distintas concentraciones del plaguicida bajo estudio. Se estudiaron plaguicidas organofosforados como el Diazinon y el Glyphosato, piretroides como deltametrina y cipermetrina y organoclorados como los diclorobencenos.

Los resultados fueron muy diversos, ya que mientras algunos plaguicidas como los diclorobencenos mostraron una correlación negativa con la actividad de las enzimas, otros como el glifosato no afectaron considerablemente la actividad catalítica de las enzimas. Los plaguicidas tienen alta afinidad para adherirse a las membranas celulares de los tejidos donde están insertas estas proteínas. Esto sugiere que los mecanismos de acción de los plaguicidas son diferentes en cada caso, por lo que se pretende seguir realizando estudios mas profundos y completos para conocer a fondo el efecto de estos compuestos químicos.

También se estudió el efecto del plaguicida organofosforado Diazinon sobre linfocitos de sangre humana. Los linfocitos son células sanguíneas que forman parte del sistema inmunológico del cuerpo, ayudando a combatir infecciones y protegiendo al cuerpo de agentes patógenos. Para esto se realizaron cultivos celulares de linfocitos de sangre periférica. Esto implica aislar los linfocitos de la sangre total y colocarlos en un medio de cultivo rico en nutrientes que les garantiza todo el aporte necesario para mantenerse vivos. A esta preparación se agregaron diversas concentraciones del

plaguicida Diazinon para evaluar el efecto tóxico del compuesto sobre la proliferación de las células. Se observó a distintas concentraciones el diazinon estimuló o inhibió la proliferación celular (Castillo-Sosa, 2007).

Estos resultados sugirieron que los plaguicidas ensayados pueden tener efectos adversos sobre la salud provocando alergias o dañando el contenido total de células blancas en la sangre, además que proporcionan información sobre la estimulación de la división de linfocitos, efecto que será estudiado en futuras investigaciones.

Conclusiones

La aplicación extensiva de plaguicidas es una práctica común alrededor del mundo. Aunque la producción y comercialización de ciertos plaguicidas dañinos al ser humano se ha prohibido, otros productos continúan usándose, sin conocer a fondo el impacto negativos que estos compuestos pueden tener en los ecosistemas y en la salud pública.

Las evidencias indican que los plaguicidas representan un riesgo a la salud pública, por lo que es necesario realizar mas estudios utilizando diversos modelos e indicadores para evaluar los riesgos potenciales sobre la salud y el ecosistema.

Literatura Citada

- ALAVANJA, M.C., Hoppin, J.A. and Kamel, F. (2004). Health effect of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. Public Health* 25: 155-197.
- BRO-RASMUSSEN, F., Noddegard, E., Voldum-Clausen, K. (1968). Degradation of Diazinon in soil. *J. Sci. Food Agric.* 19: 278-281.
- CASTILLO-SOSA, Y. A. (2007). Efecto del Diazinon sobre la proliferación de células mononucleadas de sangre periférica humana. Tesis de

Licenciatura. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.

- DALVIE, M., Cairncross, E., Solomon, A., London, L. (2003). Contamination of rural surface and ground water by endosulfan in farming areas of the Western Cape, South Africa. *Environ. Health.* 2: 1-15.
- GETZWIN, L. W. (1973). Persistence and degradation of carbofuran in soil. *Environ. Entomol.* 2: 461-467.
- FERRER, A. (2003). Pesticide poisoning. *Annales Sis. San Navarra.* 26: 155-171.
- FLORES, F., González, E., Fernández, M., Villafranca, M., Socías, M., Ureña, M. (2002). Organic compounds in the environment. Effects of dissolved organic carbon on Sorption and Mobility of Imidacloprid in soil. *J. Environ. Qual.* 31: 880-888.
- JEYARATMAN, J., Maroni, M. (1994). Organophosphorus compounds. *Toxicology.* 91: 15-27.
- KESTER, J. E. (2001). Endocrine-disrupting chemicals. En: Clinical Environmental Health and toxic exposures. Lippincot William and Wilkins.
- LONGNECKER, M. P., Rogan, W. J., Lucier, G. (1997). The human health effects of DDT (dichlorodiphenyl-trichloroethane) and PCBs (polychlorinated biphenyls) and an overview of organochlorines in public health. *Annu. Rev. Public Health.* 18:211-244
- PLENGE, L., Vargas, J. (2003). Efecto tóxico de los plaguicidas agrícolas sobre la relajación muscular. Estudio de la Ca^{2+} -ATPasa de retículo sarcoplásmico (SERCA). *Ciencia en la Frontera.* 2: 75-79.
- SODERLUND, D.M., Clark, J.M., Sheets, L.P., Mullin, L.S., Picirillo, V.J., Sargent, D., Stevens, J.T. and Weiner, M.L. (2002). Mechanisms of pyrethroids neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *Toxicology.* 171: 3-59.
- WEISS, B., Amler, S. and Amler, R.W. Pesticides. *Pediatrics.* 113: 1030-1036.