

PLAGUICIDAS EN LA ATMOSFERA. ESTUDIOS DE DEGRADACIÓN DE ESTOS COMPUESTOS EN UNA DE LAS MAYORES Y MEJORES INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL PARA LA REALIZACIÓN DE DICHS ESTUDIOS

Los plaguicidas son compuestos químicos utilizados para la protección de los cultivos frente a plagas y enfermedades, con el fin de incrementar los rendimientos productivos, mejorar la calidad de las cosechas y aumentar su periodo de conservación; incluyen herbicidas, fungicidas, acaricidas, insecticidas y avicidas. Por sus características toxicológicas pueden producir efectos perjudiciales sobre la salud humana y/o el medioambiente. Está ampliamente documentado que los plaguicidas están entre las sustancias más peligrosas y nocivas para la salud inventadas por la humanidad.



Numerosos estudios han documentado que la contaminación por plaguicidas, en alimentos, suelos, agua, o aire no es un problema delimitado a un único país o continente, sino que es un problema global.

Mientras que existen numerosos estudios sobre la contaminación de aguas, alimentos, y suelos causadas por los plaguicidas, así como estudios de toxicidad, poco se sabe sobre el comportamiento y el destino de dichos compuestos en la atmósfera, así como de la posible toxicidad de los productos formados en reacciones fotoquímicas.

La entrada en la atmósfera de los plaguicidas se produce durante su aplicación o por procesos posteriores como la volatilización y la resuspensión desde el suelo o la superficie de las plantas debido al viento y a los cambios de temperatura y humedad. Además, una vez son emitidos pueden estar completamente presentes en la fase gaseosa o en la fase de particulada. Sin embargo, la mayoría de ellos están en ambas fases, ya que son compuestos semi-volátiles. Por otro lado, la velocidad de eliminación de los plaguicidas de la atmósfera depende de su reactividad fotoquímica, de los procesos de deposición húmeda y seca y de las condiciones meteorológicas para su transporte a larga distancia. Todo ello implica que la concentración de los plaguicidas y de sus productos de degradación en la atmósfera es altamente variable.

Al igual que ocurre con otros compuestos, la oxidación de compuestos orgánicos como los plaguicidas en la atmósfera, es un fenómeno clave que conecta la química atmosférica con desafiantes cuestiones ambientales a nivel mundial, como la formación de ozono troposférico y de aerosoles orgánicos secundarios (SOA), la acidificación de suelos y agua, la pérdida de ozono estratosférico (capa de ozono), la transferencia de radiación, todo esto con consecuencias negativas para la salud, la calidad del aire, los rendimientos de los cultivos, etc. Por tanto, se relaciona a nivel global con el cambio climático.

Debido a todo ello, y a la gran variedad de sustancias activas y de estructuras químicas, es necesario la realización de estudios sobre la degradación en la atmósfera de los productos fitosanitarios que realmente se utilizan en Europa, y conocer así el tiempo de permanencia de dichos productos, la mayoría nocivos o tóxicos, en el aire, así como sus productos de degradación, que en muchos casos pueden ser igual o más perjudiciales que sus compuestos parentales. Cabe destacar que son pocos los estudios que existen a nivel mundial sobre la degradación de los plaguicidas en aire, y la mayoría han sido



realizado por nuestro grupo de investigación en los simuladores atmosféricos EUPHORE (European Photoreactor) en los últimos años en diversas campañas experimentales, las cuales han sido financiadas a través de los proyectos de Plan Nacional IMPESTAT, GRACIE-CONSOLIDER e IMPLACAVELES

(<http://www.ceam.es/IMPLACAVELES/home.htm>) del

Ministerio de Economía y competitividad del Gobierno de España, y del proyecto de la Generalitat Valenciana DESESTRESS-PROMETEO, y en ellas colaboraron investigadores de CNRS-ICARE (Francia), Laboratorio de Salud Pública - Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (FISABIO) (Valencia)-, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Dublin (Irlanda), así como de las empresa multinacionales Dow AgroScience y ADAMA Agricultural Solutions.

Los resultados indican que, efectivamente la oxidación en la atmósfera, da lugar a nuevos productos de transformación, que en algunos casos pueden llegar a ser más perjudiciales y persistentes que los propios productos de partida. Parte de los resultados obtenidos se han publicado recientemente en las prestigiosas revistas Chemosphere, Atmospheric Environment, y Environmental Science and Technology entre otras (siendo todas de las de mayor índice de impacto dentro de sus áreas).

Por otro lado, el grupo de investigación de química atmosférica del CEAM y el grupo de investigación del Área de Seguridad Alimentaria de FISABIO, han creado un grupo de investigación centrado en el estudio de plaguicidas en el aire (<http://grupos.fisabio.san.gva.es/en/web/atmospheric-pesticide-research-group-of-valencia>).

1. Vera, T., Borrás, E., Chen, J., Coscollá, C., Daële, V., Mellouki, A., Ródenas, M., Sidebottom, H., Sun, X., Yusa, V., Zhang, X., Muñoz, A. **2015**. Atmospheric degradation of lindane and 1,3-Dichloroacetone in the gas phase. Studies at the EUPHORE simulation chamber. Chemosphere

2. Borrás, E., Tortajada-Genaro, L. A., Ródenas, M., Vera, T., Coscolla, C., Yusà, V., and Muñoz, A., **2015**. Gas-phase and particulate products from the atmospheric degradation of the organothiophosphorus insecticide chlorpyrifos-methyl. *Chemosphere*. In press.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.11.067>
3. Coscollà, C., Muñoz A., Borrás, E.; Vera, T.; Ródenas, M.; Yusà, V. **2014**. Particle size distributions of currently used pesticides in ambient air of an agricultural Mediterranean area. *Atmospheric Environment* 95 29-35.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014004683>
4. Muñoz, A., Ródenas, M., Borrás, E., Vázquez, M., and Vera, T., **2014**. The gas-phase degradation of chlorpyrifos and chlorpyrifos-oxon towards OH radical under atmospheric conditions. *Chemosphere*, 111: 522-528.
5. Muñoz, A., Vera, T., Ródenas, M., Borrás, E., Mellouki, A., Treacy, J., and Sidebottom, H., **2014**. Gas-phase degradation of the herbicide ethalfluralin under atmospheric conditions. *Chemosphere*, 95: 395-401.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.09.053>.
6. Tortajada-Genaro, L. A., Borrás, E., and Muñoz, A., **2013**. Gas-phase and particulate products from the atmospheric degradation of an isoxazole fungicide. *Chemosphere*, 92: 1035-1042. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.03.041>
7. Espallardo, T.V., Muñoz, A., and Palau, J. L., **2012**. Pesticide residues in the atmosphere. In: Rathore, H. S. and Nollet, L. M. L., (eds.). *Pesticides. Evaluation of environmental pollution*. 203-232. CRC Press,
8. Muñoz, A., Vera, T., Sidebottom, H., Rodenas, M., Borrás, E., Vázquez, M., Raro, M., and Mellouki, A., **2012**. Studies on the atmospheric fate of propachlor (2-chloro-N-isopropylacetanilide) in the gas-phase. *Atmospheric Environment*, 49: 33-40.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.12.035>
9. Borrás, E., Sánchez, P., Muñoz, A., and Tortajada, L. A., **2011**. Development of a gas chromatography-mass spectrometry method for the determination of pesticides in gaseous and particulate phases in the atmosphere. *Analytica Chimica Acta*, 699: 57-65.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2011.05.009>
10. Muñoz, A., Le Person, A., Le Calvé, S., Mellouki, A., Borrás, E., Daële, V., and Vera, T., **2011**. Studies on atmospheric degradation of diazinon in the EUPHORE simulation chamber. *Chemosphere*, 85: 724-730.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.044>
11. Vera, T., Muñoz, A., Ródenas, M., Vázquez, M., Borrás, E., Marqués, M., Mellouki, A., Treacy, J., and Sidebottom, H., **2011**. Atmospheric fate of hymexazol (5-methylisoxazol-3-ol): Simulation chamber studies. *Atmospheric Environment*, 45: 3704-3710. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.04.024>
12. Muñoz, A., Vera, T., Sidebottom, H., Mellouki, A., Borrás, E., Ródenas, M., Clemente, E., and Vázquez, M., **2011**. Studies on the Atmospheric Degradation of Chlorpyrifos-Methyl. *Environmental Science & Technology*, 45(5): 1880-1886.
<http://dx.doi.org/10.1021/es103572j>
13. Vera, T., Muñoz, A., Ródenas, M., Vázquez, M., Mellouki, A., Treacy, J., Al Mulla, I., Sidebottom, H., **2010**. Photolysis of trichloronitromethane (chloropicrin) under atmospheric conditions. *Z. Phys. Chem.*, 224: 1039-1057.