



Autores:  
Mg. M.V. Ysabel Koga,  
M.V. Nelson Ruiz  
Bioservice SRL

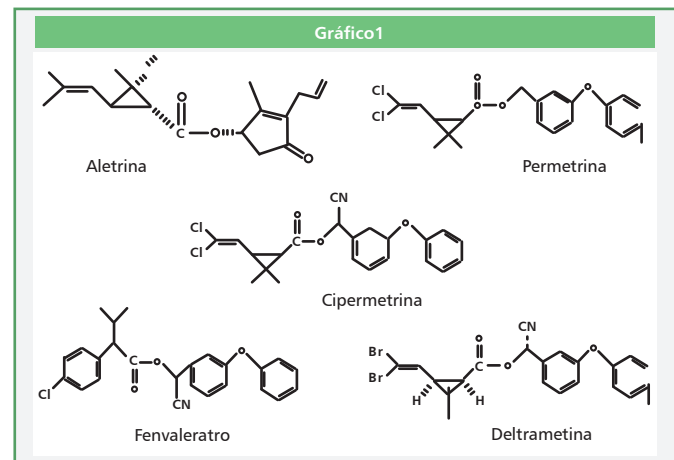
# USO DE PIRETROIDES, ¿LA SOLUCIÓN ADECUADA?

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), un plaguicida “es una sustancia o mezcla de ellas que previene, destruye o controla plagas, incluyendo los vectores de enfermedad humana o animal: las especies no deseadas de plantas o animales que ocasionan un daño duradero y otras que interfieren con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de productos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrarse para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales”.<sup>2,8</sup> Por tanto, la finalidad de los plaguicidas es destruir ciertos organismos vivos, constituyéndose así como un grupo particular de biocidas que puede alcanzar una capacidad letal amplia<sup>5</sup>.

Desde tiempos remotos, muchos plaguicidas han sido usados en el mercado nacional e internacional, sobre todo en el sector agrícola, para combatir diversas plagas que afectan a las plantas. Estos productos han sido clasificados de acuerdo a sus características principales, la estructura química, su vida media, su toxicidad y usos<sup>12</sup>. Son por todos conocidas las implicancias negativas que presenta el uso indiscriminado de la gran mayoría de ellos tales como afecciones en la salud de las personas y/o animales vulnerables así como el deterioro paulatino del ecosistema y por ende, de la naturaleza.

En este artículo nos dedicaremos a hablar exclusivamente de los piretroides, insecticidas sintéticos con una estructura química similar a la de las piretrinas, modificadas para mejorar su estabilidad en el ambiente. Se disuelven mejor en el agua y, al igual que las piretrinas, son hidrolizadas por los álcalis. (Gráfico 1)

Químicamente se dividen en dos tipos: a) Tipo I sin grupo  $\alpha$ -ciano (aletrina, permetrina, tetrametrina, cismetrina y d-fenotrina) y, b) Tipo II con grupo  $\alpha$ -ciano (cipermetrina, deltametrina, fenvalerato y fenpropanato)<sup>2</sup>. Los productos comerciales basados en piretrinas y piretroides generalmente utilizan derivados del petróleo como disolvente y algunos de ellos contienen compuestos organofosforados, carbamatos u otras sustancias como sinergistas, con el fin de



mejorar su efecto insecticida. Los piretroides vienen formulados como concentrados emulsionables, polvos humectables, gránulos y concentrados para aplicación de ultra bajo volumen. De ellos, la cipermetrina es el compuesto más utilizado en los últimos tiempos. Se dice que ningún plaguicida es perfecto aunque los piretroides se acercan a la perfección ¿podemos afirmar esto de forma categórica?

Los piretroides son usados como insecticidas y pueden ser aplicados sobre las cosechas por rociamiento mediante aviones, camiones, tractores o aplicadores manuales. Además, pueden ser usados para controlar insectos rastreros, voladores y ectoparásitos en otras áreas como la salud pública, la industria alimentaria, la higiene doméstica y la producción animal.

## Residuos en los animales de producción

Estudios realizados en varios países han demostrado la presencia de estos compuestos en diversos órganos de los animales<sup>9, 18</sup>. En el

## La manera más común de captación de piretroides es la ingestión de alimentos o insumos que han sido fumigados con estos compuestos aunque también es posible que lo hayan respirado o que ingresen a través del contacto por la piel.

caso particular de nuestro laboratorio, hemos logrado detectar por medio de cromatografía de capa fina la presencia de piretroides en pulmones, hígado, riñones y músculo (pechuga) de aves. Dichas muestras llegaron al laboratorio como parte de medidas de verificación de presencia de estos compuestos ya que en la granja se había usado piretroides para la desinsectación. (Imagen 1)

Si bien es cierto no se ha determinado que los piretroides, específicamente la cipermetrina, sea altamente tóxica para las aves ("Moderadamente dañina o Clase II" según la Organización Mundial de la Salud o WHO por sus siglas en inglés), su sola presencia en los animales nos indica que, aún usando el compuesto como pesticida para las granjas, las aves (así como todos los vertebrados) son capaces de captar la cipermetrina y ésta, almacenarse en diversos órganos por tiempos variables.

En el año 2001, la Agencia Europea para la Evaluación de Productos Veterinarios<sup>20</sup> presentó un informe al respecto, y que a la letra dice:

*"Gallinas de postura fueron experimentalmente rociadas con 0.05% o 0.1% de soluciones de cipermetrina (correspondiente a 10 ó 20 mg de cipermetrina/ave). Los residuos de cipermetrina se determinaron usando GLC. En el grupo tratado con una menor tasa, los residuos en músculo llegaron a 20 µg/kg (0,02 ppm) 1 a 2 días después de la dosificación y bajaron a 10 µg/kg (0,01 ppm) luego al 4to día. Los residuos en todas las muestras de hígado y riñón estuvieron por debajo de 10 µg/kg (0,01 ppm) (límite de cuantificación de la prueba). Los residuos en la grasa abdominal fueron de 80 µg/kg (0,08 ppm) 1 día después de la dosificación y 40 µg/kg (0,04 ppm) al 8º día. En las muestras de piel+grasa los residuos fueron de 400 µg/kg (0,4 ppm) al 1º día y 100 µg/kg (0,1 ppm) luego de 8 días. En el grupo tratado con la tasa más alta, los residuos en el hígado, riñón y músculo fueron muy bajos. Los residuos en la grasa abdominal fueron de 250 µg/kg (0,25 ppm) al 1º día y 50 µg/kg (0,05 ppm) al 8º día. Los residuos en piel+grasa fueron de 1300 µg/kg (1,3 ppm) al 1º día y 160 µg/kg (0,16 ppm) luego de 8 días. Los residuos de cipermetrina en todas las muestras de huevos estuvieron por debajo de 10 µg/kg (0,01 ppm)".*

Estos datos nos dan una voz de alerta sobre



algunos detalles que deberíamos de tener en cuenta: el consumidor, para saber qué partes u órganos del ave son más propensos a retener los piretroides, y el criador, para conocer la importancia y la responsabilidad en cuanto a la forma y momento de la aplicación, evitando además cualquier sobredosisificación.

La FDA recomienda límites máximos de residuos (MRL por sus siglas en inglés) de cipermetrina de 0.05 ppm en músculo de las aves y de 0.05 ppm en los huevos.

De igual forma, la Agencia Europea para la Evaluación e Inspección de Productos Veterinarios<sup>20</sup>, recomienda los siguientes MRL's para las aves: Piel y grasa: 50 µg / kg (0,05 ppm); Hígado: 50 µg /kg (0,05 ppm); Riñón: 50 µg /kg (0,05 ppm).

¿Pero cómo es posible la presencia de piretroides en las aves? La manera más común de captación es la ingestión de alimentos o insumos que han sido fumigados con estos compuestos aunque también es posible que lo hayan respirado. Una tercera forma es su ingreso a través del contacto por la piel.

### Otros residuos

Aunque la degradación relativamente rápida de la cipermetrina sugiere que no se encontraría generalmente como residuo en los alimentos, se han encontrado residuos en la leche importada en el Reino Unido, donde 1 de cada 30 exceden el nivel máximo de residuos (MRL) del Reino Unido<sup>3</sup>, y en Pakistán, donde el MRL fue excedido por 30 veces la misma cantidad en el rábano y el quimbombo.

Después del uso doméstico, los residuos de cipermetrina se pueden encontrar en el polvo y en las alfombras en una concentración de hasta 4 mg/kg<sup>19</sup>. La concentración en el aire después de aplicaciones domésticas se incrementa rápidamente, además puede permanecer constante durante meses a niveles en los que los piretroides pueden causar efectos adversos para la salud (3-8 mg/m<sup>3</sup>)<sup>22</sup>.

### Efectos en el ser Humano

Así como los animales, los seres humanos también están expuestos a los piretroides ya que muchos insecticidas usados en los hogares para matar o repeler insectos (e inclusive algunos tipos de champú), contienen este compuesto químico. Como estos plaguicidas se usan en las cosechas, es factible encontrar sus residuos en las frutas y verduras, por lo que éstas deberán lavarse rigurosamente. Asimismo, la grasa de la carne de res y de las aves que han estado expuestas debe ser removida ya que los piretroides se concentran en ella.

En humanos, la "ingesta diaria aceptable" y la "dosis aguda de referencia" (ADI y ARID respectivamente, por sus siglas en inglés) sugeridas durante la reunión sobre residuos de pesticidas de la FAO/WHO14 en 2006 son las siguientes:

- ADI (acceptable daily intakes): 0 - 0.02 mg/kg (ppm) de peso corporal.
- ARID (acute reference doses): 0.04 mg/kg de (ppm) de peso corporal.

Aunque los casos de toxicidad aguda son prácticamente mínimos, no debemos descartar

## La manera más común de captación de piretroides es la ingestión de alimentos o insumos que han sido fumigados con estos compuestos aunque también es posible que lo hayan respirado o que ingresen a través del contacto por la piel.

los efectos de la exposición crónica a estos compuestos. Además de la ya mencionada ingestión de carnes y vegetales con residuos de piretroides, la mayor parte de la población se expone a los piretroides en el interior de las casas y oficinas, y es de preocupación pública su acumulación en pequeñas dosis como depósitos en muebles unidos a partículas de polvo y a la limitada foto degradación por el hecho de que las ventanas de vidrio filtran la radiación ultravioleta de los rayos solares.

Los estudios sobre el efecto de los piretroides en los animales no son útiles para evaluar el riesgo de neurotoxicidad crónica en humanos. Ninguna conclusión prematura debería realizarse en la ausencia de información concluyente acerca de la exposición crónica a los piretroides, ya sea que ésta pueda o no conducir a una enfermedad en humanos.

En este caso, la cipermetrina interactúa con los canales de sodio en las células nerviosas (responsables de la transmisión de la señal nerviosa), los cuales permanecen abiertos por más tiempo después de la transmisión de la señal. Asimismo, la cipermetrina interfiere con otros receptores del SN. Resultado de ello tenemos una larga secuencia de impulsos en los órganos sensitivos con síntomas que van desde mareo, dolor de cabeza, náusea, fatiga, irritación de la piel y de los ojos, así como convulsiones.

La intoxicación por piretroides del Tipo I produce el Síndrome "T" caracterizado por temblor, hiperexcitación, ataxia, convulsiones y eventualmente parálisis, mientras que la intoxicación por piretroides del Tipo II produce el Síndrome "C" caracterizado por sialorrea, hipersensibilidad a estímulos externos, coreoatetosis y parálisis.

Los signos de toxicidad crónica incluyen trastornos cerebrales y locomotores, polineuropatía, problemas inmunológicos<sup>1</sup>, desbalances endocrinos, disfunción hepática, estrés oxidativo y peroxidación lipídica<sup>7</sup>.

Los riesgos mencionados deben ser sopesados junto con los beneficios relevantes del uso de piretroides. Ciertas plagas para las cuales los piretroides son comúnmente utilizados pueden ser poco molestas y/o existen alternativas ecológicas para controlarlas por lo que puede ser considerado razonable elegir no utilizar piretroides hasta que sea demostrado que no causan enfermedad a largo plazo<sup>10</sup>.

### Efectos en el Medio Ambiente

En el ambiente, muchos de los piretroides son degradados por la luz solar o por otros compuestos de la atmósfera. Pueden durar 1 o 2 días en el aire antes de ser degradados. Estos compuestos se adhieren fuertemente al suelo y no se movilizan en la tierra por lo cual no son captados por las raíces de las plantas; pero si se rocían directamente sobre las plantas, pueden permanecer en las hojas, frutas y hortalizas. Los primeros piretroides eran degradados en pocos días pero recientemente se han desarrollado otros que pueden persistir en el medio ambiente durante meses<sup>1</sup>.

Los piretroides se usan ampliamente debido a su baja toxicidad general en las aves y mamíferos. Sin embargo, son muy tóxicos para los organismos acuáticos y para las abejas. Los valores de LC<sup>50</sup> para peces pequeños y otros organismos acuáticos generalmente se encuentran por debajo de 1 mg/l, y el valor LD<sup>50</sup> para abejas es 0.03 - 0.12mg/abeja. Aunque la toxicidad aguda directa hacia los pájaros es baja, éstos son afectados a través de la cadena alimenticia: en un bosque rociado, sólo 20% del *Parus caeruleus*, un pájaro benéfico, sobrevivió<sup>14</sup>.

A pesar de los resultados anteriores, la población de microbios de la tierra es afectada por la cipermetrina: la transformación en amoniaco y la nitrificación en tierras tratadas ha aumentado evidenciando su impacto en el medio ambiente<sup>16</sup>. Una vez aplicada, la cipermetrina es absorbida por los componentes del suelo y por lo tanto no es probable que alcance el agua del subsuelo, no persiste en el suelo y es degradada a productos menos tóxicos (con una vida media de 2 a 4 semanas). En contraposición, la cipermetrina persiste en un bosque rociado hasta por 7 meses en la tierra y en la corteza de los árboles<sup>6</sup>.

### Resistencia

Ya que los piretroides son relativamente similares en el aspecto químico, una especie de plaga resistente a un miembro de la familia piretroide es con frecuencia resistente a otro o a todos los tipos de piretroides<sup>4</sup>. Por lo tanto, reemplazar un piretroide por otro puede no ser conveniente cuando aparece resistencia.

La resistencia contra la cipermetrina se reporta con amplitud en el gusano del capullo del tabaco (una de las plagas más importantes en

muchos de los cultivos en los Estados Unidos y México<sup>12</sup>. Algunas especies de *Heliothis*, la más severa plaga del algodón, también desarrollaron resistencia contra los piretroides, lo cual ocasiona graves pérdidas en la cosecha a nivel mundial<sup>16</sup>. Junto con el comienzo de la resistencia frecuentemente aparecen dosis incrementadas de plaguicidas tóxicos, pérdidas graduales en el control de plagas y por ende, la pérdida de la redituabilidad para el agricultor y un incremento de daños por plaguicida.

Luego de muchos años de uso extensivo, reportes de campo indican que los piretroides están fallando en proveer un adecuado control de campo del *Alphitobius diaperinus*, observándose un gran número de adultos y larvas viables presentes en la cama de las aves 1 a 2 semanas después del tratamiento<sup>19</sup>. Se presume que en dicha resistencia están involucrados diferentes mecanismos además de los metabólicos<sup>11</sup>.

### Reglamentación

El gobierno federal de los EEUU ha desarrollado reglamentos y recomendaciones para proteger la salud pública. Dentro de las agencias responsables de estos dispositivos tenemos a la Environmental Protection Agency (EPA), la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) y la Administración de Drogas y Alimentos de EEUU (FDA, por sus siglas en inglés).

Los reglamentos y recomendaciones pueden ser expresados como 'niveles que no deben excederse' en el aire, agua, suelo o alimentos y se basan generalmente en niveles que afectan a los animales. Estos niveles luego se ajustan para la protección de seres humanos. En ciertas ocasiones estos 'niveles que no deben excederse' difieren entre organizaciones federales debido a las diferentes duraciones de exposición (una jornada de 8 horas al día o de 24 horas al día), el uso de diferentes estudios en animales u otros factores.

Las recomendaciones y los reglamentos son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional. Los siguientes son algunos reglamentos y recomendaciones para las piretrinas y los piretroides: La OMS o WHO recomienda que el nivel de permetrina en el agua potable no exceda 20 microgramos por litro (20 µg/L). La OSHA reglamenta el nivel de piretrinas en el aire del trabajo. El límite de exposición ocupacional durante una jornada



de 8 horas diarias, 40 horas semanales es de 5 mg por metro cúbico de aire (5 mg/m<sup>3</sup>). La EPA recomienda límites de ingestión diaria entre 0.005 y 0.05 mg/kg/día para 10 piretroides diferentes.

En septiembre del año 1997, la EPA solicitó a los fabricantes de plaguicidas que cambiaran el término "ingredientes inertes" a "otros ingredientes" en los rótulos de plaguicidas porque el público generalmente cree que "ingredientes inertes" significa ingredientes inocuos. Debido a que la ley federal no define a los ingredientes inertes basado en toxicidad o peligro para los seres humanos, no debe suponerse que todos los ingredientes inertes no son tóxicos. La EPA publica una lista de todos los ingredientes inertes que se usan en los plaguicidas actualmente registrados, pero no especifica que ingredientes están contenidos en una formulación específica.

Por todo lo antes expuesto, creemos que es imprescindible realizar controles periódicos en los productos y subproductos de origen animal y vegetal para determinar la concentración de piretroides u otros pesticidas en ellos y, por otro lado, evitar el uso indiscriminado de compuestos químicos en las actividades agropecuarias ya que éstos son absorbidos por las plantas e ingeridos y/o captados por los animales.

Animales y productos agrícolas son luego llevados al mercado en donde son comercializados para consumo humano y es así como los seres humanos pueden almacenar los piretroides en su organismo luego de ingerir los alimentos en mención. Y aunque una contaminación aguda es rara (un individuo tendría que ingerir varios alimentos contaminados con un alto grado de residuos pesticidas en un solo día, y captar el pesticida por inhalación), no debemos descartar una contaminación crónica.

Finalmente, si queremos contribuir al mantenimiento del medio ambiente, sugerimos optar por productos menos tóxicos, fácilmente degradables y que permitan una vida más saludable para todos.

#### Referencias Bibliográficas

1. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). División de Toxicología y Medicina Ambiental 1600 Clifton Road NE, Mailstop F-62 Atlanta, GA 30333. La dirección de la ATSDR vía WWW es <http://www.atsdr.cdc.gov/es/>
2. Al-Saleh IA. 1994. Pesticides: a review article. *J Environ Pathol Toxicol Oncol*; 13:151-161.
3. Annual Report of the Working Party on Pesticide Residues 1994, HMSO, London, 1995.
4. Beugnet, F., Chardonnet, L. 1995. Tick resistance to pyrethroids in New Caledonia. *Vet. Parasit.*, 56:4, p. 325.
5. Briggs SA, Rachel Carson Council. 1992. Basic guide to pesticides. Their characteristics and hazards. Washington: Taylor & Francis publishers.
6. Class, T.J. 1992. Environmental analysis of cypermethrin and its degradation products after forestry applications. *Int. Environm. Anal. Chem.*, 49:4, p. 189.
7. El-Magd SAA, Sabik LME and Shoukry A. 2011. Pyrethroid Toxic Effects on some Hormonal Profile and Biochemical Markers among Workers in Pyrethroid Insecticides Company. *Life Science Journal* 8 (1): 311 – 322.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Roma: FAO, 1986; 28.
9. Garg UK, Pal AK, Jha GJ and Jadhao SB. 2004. Pathophysiological Effects of Chronic Toxicity with Synthetic Pyrethroid, Organophosphate and Chlorinated Pesticides on Bone Health of Broiler Chicks. *Toxicologic Pathology* 32: 364 – 369.
10. Kolaczinski, J. H. and Curtis, C. F. 2004. Chronic illness as a result of low-level exposure to synthetic pyrethroid insecticides: a review of the debate. *Food Chem. Toxicol.*, 42(5):697-706.
11. Lambkin TA, Furlong MJ. 2011. Metabolic mechanisms only partially explain resistance to pyrethroids in Australian broiler house. *J. Econ Entomol* 104 (2): p. 629-635
12. López CL. 1993. Exposición a plaguicidas organofosforados. Perspectivas en Salud Pública N.o 18. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
13. Martínez-Carrillo, J.L., L.P. Schouest, Jr., and T.A. Miller. 1991. Responses of populations of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) from northwest Mexico to pyrethroids. *J. Econ. Entomol.* 84(2):363-366.
14. Pascual, J.A. and Peris, S.J. 1992. Effects of forest spraying with two application rates of cypermethrin on food supply and on breeding successes of the blue tit (*Parus caeruleus*). *Env. Toxiol. Chem.*, 11, p 1271.
15. Pesticide residues in food 2006. Joint FAO/WHO meeting on pesticide residues. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues. Rome, Italy, 3-12 October 2006.
16. Rangaswamy, V. and Venkateswarlu, K. 1993. Ammonification and nitrification in soils, and nitrogen fixation by azospirillum sp. as influenced by cypermethrin and fenvalerate, *Agricult. Ecosyst. Environment*, 45, p.311-317.
17. Rosier, M.J. 1990. Cotton, *Pesticide Outlook*, 1(5), p. 19.
18. Saleh MA, Ibrahim NA, Soliman NZ and El Sheimy MK. 1986. Persistence and distribution of cypermethrin, deltamethrin and fenvalerate in laying chickens. *J. Agric. Food Chem.* 34 (5), p 895-898.
19. Steelman, CD. 2008. Comparative susceptibility of adult and larval lesser mealworms, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera Tenebrionidae), collected from broiler houses in Arkansas to selected insecticides. *J. Agric Urban Entomol* 25 (2): p. 11-125.
20. The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products Veterinary Medicine and Inspections: Committee for Veterinary Medicinal Products: Cypermethrin). EMEA/MRL/801/01-FINAL. September 2001.
21. Walker, G., Keller, R., Beckert, J. and Butte, W. 1994. Anreicherung von Bioziden in Innenräumen am Beispiel der Pyrethroide (Accumulation of biocides indoors illustrated by the example of pyrethroids). *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin* 195,450-456. Walker, G. et al. 1994. Anreicherung von Bioziden in Innenräumen am Beispiel der Pyrethroide, *Zbl.Hyg.*, 195, p. 450.
22. Wright, C.G., R.B. Leidy, and H.E. Dupree, Jr. 1993. Cypermethrin in the ambient air and on surfaces of rooms treated for cockroaches. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 51:356-360.