

## Evaluación mundial integrada sobre plaguicidas sistémicos

### Colapso global de la entomofauna: explorando el papel de los insecticidas sistémicos

Maarten Bijleveld van Lexmond<sup>1</sup>, Jean-Marc Bonmatin<sup>2\*</sup>, Dave Goulson<sup>3</sup>, Dominique A. Noome<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Task Force on Systemic Pesticides, Pertuis-du-Sault, 2000 Neuchâtel, Switzerland

<sup>2</sup> Centre National de la Recherche Scientifique, Centre de Biophysique Moléculaire, rue Charles Sadron, 45071 Orléans Cedex 02, France

<sup>3</sup> School of Life Sciences, University of Sussex, Brighton BN1 9QG, UK

<sup>4</sup> Kasungu National Park, c/o Lifupa Conservation Lodge, Private Bag 151, Lilongwe, Malawi

\* J.-M. Bonmatin: [bonmatin@cnrs-orleans.fr](mailto:bonmatin@cnrs-orleans.fr)

#### El llamamiento de Notre-Dame-de-Londres

En julio de 2009, un grupo de entomólogos y ornitólogos se reunieron en Notre-Dame-de-Londres, una pequeña población en el departamento francés de Hérault, como resultado de una investigación internacional entre entomólogos sobre el catastrófico declive de insectos (y artrópodos en general) en toda Europa.

Hicieron notar que desde 1950 se había iniciado una perceptible y gradual disminución de insectos a causa del empobrecimiento general del entorno natural. Se reconocieron como causas principales de esta disminución, entre muchas otras, la agricultura intensiva y su correspondiente pérdida de hábitats naturales y el uso masivo de plaguicidas y herbicidas; el aumento de múltiples carreteras y el tráfico motorizado, así como la contaminación lumínica nocturna y la deposición de nitrógeno en todo el continente.

Coincidieron igualmente en que en la década de 1990-2000 se produjo un mayor deterioro de la situación y un pronunciado declive de las poblaciones de insectos. Esta situación, que empezó en Europa occidental, seguida por el este y sudeste del continente, se evidencia actualmente en la escasez de insectos que salpican los parabrisas y quedan

aplastados contra los radiadores de los coches. El caso mejor documentado es el declive de las mariposas y los trastornos globales entre las abejas melíferas. Concluyeron que estos fenómenos reflejaban el actual colapso general de la entomofauna europea.

También hicieron notar que el colapso masivo de diferentes especies, géneros y familias de artrópodos coincidía con la disminución severa de las poblaciones de distintas especies de aves insectívoras hasta ahora consideradas «comunes», como las golondrinas y los estorninos. Basándose en estudios existentes y en numerosas observaciones de campo, así como en una abrumadora evidencia circunstancial, llegaron a la hipótesis de que la nueva generación de plaguicidas, los persistentes neurotóxicos sistémicos, neonicotinoides y fipronil, introducidos a principios de los años 90, son probablemente los responsables, al menos en parte, de estos declives.

De este modo hicieron público el Llamamiento de Notre-Dame-de-Londres bajo el título «No a la Primavera Silenciosa otra vez» [*No Silent Spring again*], refiriéndose al libro de Rachel Carson publicado casi medio siglo antes:

*La desaparición de abejas melíferas es tan solo la parte más visible de un fenómeno generalizado en toda Europa occidental. El reciente y brutal colapso de las poblaciones de insectos constituye el preludio de una pérdida masiva en la biodiversidad con consecuencias que se prevén dramáticas para los ecosistemas naturales, el entorno humano y la salud pública. El uso sistémico de insecticidas persistentes y neurotóxicos en la agricultura intensiva y horticultura (neonicotinoides como imidacloprid y tiametoxam, y el fenilpirazol fipronil), los cuales forman hoy en día una neblina invisible, extensa y tóxica en la tierra, el agua y el aire, se considera la causa principal del colapso observado por entomólogos a mediados de los años 90, seguida del declive de insectívoros y otras especies de aves, según reconocen los ornitólogos. De este modo los abajo firmantes dan la alarma y exigen un cumplimiento mucho más estricto del «Principio de Cautela» consagrado en la Directiva 91/414 de la Comisión Europea y definido así por la UNESCO en 2005: «Cuando las actividades humanas puedan perjudicar de manera moralmente inaceptable lo que sea científicamente plausible aunque incierto, se deberán tomar acciones para evitar o reducir ese perjuicio».*

### **El Equipo de Trabajo científico internacional sobre Plaguicidas Sistémicos (TFSP)**

En respuesta, un Comité Científico Internacional sobre Plaguicidas Sistémicos integrado por científicos independientes fue creado poco después por un Comité Directivo, del cual los primeros miembros fueron Maarten Bijleveld van Lexmond (Suiza),

Pierre Goeldlin de Tiefenau (Suiza), François Ramade (Francia) y Jeroen van der Sluijs (Países Bajos). Con el paso de los años, la afiliación ha crecido y hoy en día cuenta con 15 nacionalidades en cuatro continentes. El Comité Científico Internacional sobre Plaguicidas Sistémicos (TFSP) asesora como grupo especialista a dos Comisiones de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): la Comisión de Gestión de Ecosistemas y la Comisión de Supervivencia de Especies. El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico remarcó su trabajo en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) y llamó la atención de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicio de los Ecosistemas (IPBES) en el contexto de evaluación temática acelerada de polinizadores, polinización y producción de alimentos.

Realizando la Evaluación Integral Mundial (WIA), el TFSP ha examinado en el curso de los últimos 4 años alrededor de 800 artículos científicos revisados por especialistas y publicados en los últimos veinte años. Las áreas de especialización del TFSP abarcan varias disciplinas, entre las que se incluyen química, física, biología, entomología, agronomía, zoología, evaluación de riesgos y (eco) toxicología, lo que ha permitido una evaluación verdaderamente interdisciplinaria de la evidencia, necesaria para entender las distintas ramificaciones del uso global de plaguicidas sistémicos en organismos individuales y en los procesos y servicios de los ecosistemas.

### **Los resultados del TFSP-WIA**

Los neonicotinoides se introdujeron a principios de los años 90 y son ahora los insecticidas más empleados a nivel mundial.

Se trata de neurotoxinas que se fijan a receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChRs) en el sistema nervioso central, causando estímulos nerviosos en concentraciones bajas, pero que en altas concentraciones bloquean los receptores, producen parálisis e incluso la muerte. Fipronil es otro de los insecticidas sistémicos usados mundialmente que comparte muchas propiedades con los neonicotinoides y que fue introducido hacia el mismo tiempo; por lo tanto, este compuesto también se incluye aquí. Ambos insecticidas muestran un grado extremadamente alto de toxicidad en la mayoría de los artrópodos y una toxicidad menor en vertebrados (aunque fipronil muestra una gran toxicidad aguda en los peces y algunas especies de aves). Son relativamente solubles en el agua y son absorbidos fácilmente por las raíces de las plantas o las hojas, de modo que pueden aplicarse de muchas formas (por ejemplo, fumigando las hojas, empapando el suelo o tratando las semillas). El uso predominante de estos productos químicos, por lo que respecta al área del terreno sobre la que se emplean, se realiza mediante el tratado de semillas, a través de las cuales se aplica profilácticamente el ingrediente activo antes de la siembra y después es absorbido por la planta y se reparte por el tejido vegetal según crece, protegiendo así todas las partes del cultivo (Simon-Delso et al. 2015).

Han surgido varias preocupaciones sobre el impacto de neonicotinoides y fipronil sobre el medio ambiente (Bonmatin et al. 2015; Chagnon et al. 2015; Furlan and Kreutzweiser 2015; Gibbons et al. 2015; Pisa et al. 2015):

- Se ha hecho patente que los neonicotinoides pueden permanecer en el suelo durante años, produciendo así el aumento de concentraciones ambientales si se usan regularmente. Es probable que se esté produciendo un impacto considerable

sobre los invertebrados del suelo, que como grupo llevan a cabo el servicio vital de mantener la estructura del suelo y el ciclo de los nutrientes. Al ser solubles en agua, los neonicotinoides se filtran en estanques, canales y arroyos, contaminando el agua del subsuelo. Se ha observado la contaminación marina, pero aún no ha sido supervisada sistemáticamente. En los ríos se encuentran frecuentemente concentraciones que exceden la  $CL_{50}$  para los insectos acuáticos, y concentraciones mucho mayores se han encontrado en aguas superficiales de campos de cultivo y canales adyacentes. Se ha observado que los ríos con más altas concentraciones de neonicotinoides tienen diezmada la abundancia y diversidad de insectos.

- El polvo producido durante la siembra mecanizada de semillas tratadas resulta letal para los insectos voladores y ha causado graves pérdidas a gran escala de abejas melíferas. Cuando se aplican fumigando las hojas, es probable que las gotitas dispersas resulten muy tóxicas para los insectos no diana. Las plantas silvestres, como las que crecen al borde de los cultivos, setos y cerca de los ríos contaminados, pueden ser contaminadas con neonicotinoides, ya sea por el polvo producido durante la siembra mecanizada, la fumigación o el agua contaminada. Esto supone posibles mayores impactos sobre una amplia variedad de invertebrados herbívoros que viven en el entorno agrícola y no son el objetivo.
- Se han encontrado neonicotinoides y fipronil en el néctar y en el polen de cultivos tratados, tales como el maíz, la colza y el girasol, y también en flores y plantas silvestres que crecen en el campo. También se han detectado en concentraciones mucho más altas en las gotas de exudación (gutación) de muchos

cultivos. Para las abejas, el consumo de estos alimentos contaminados conlleva dificultades de aprendizaje y de navegación, aumento de mortandad, incremento de la susceptibilidad ante enfermedades por dañar el funcionamiento del sistema inmunológico, y una reducción de la fecundidad. En los abejorros, se ha observado claramente que los efectos son a nivel de las colonias. Faltan estudios sobre otros polinizadores. Las abejas en campos agrícolas están simultáneamente expuestas a docenas de productos químicos diferentes y algunos actúan sinérgicamente. El impacto de la exposición crónica de los insectos no diana debido a estos cócteles químicos no se contempla en las pruebas de las normativas y apenas si se comprende.

- Aunque los vertebrados son menos susceptibles que los artrópodos, el consumo de algunas semillas tratadas supone una ruta potencial para la mortandad directa de pájaros granívoros y mamíferos; estos pájaros sólo necesitan comer unas pocas semillas desparramadas para recibir una dosis letal. La ingestión de dosis menores produce síntomas como el letargo, la reducción de la fertilidad y daña la función inmunológica. Además, es probable que la disminución de los invertebrados que sirven como fuente alimenticia afecte indirectamente a una gran variedad de organismos predadores, desde los artrópodos hasta los vertebrados.
- El uso profiláctico de plaguicidas de amplio espectro (como el tratamiento de semillas) va en contra de los principios ya establecidos en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y contra la nueva directiva de la UE, que obliga a adoptar el MIP. Es probable que la continua exposición de plagas a bajas concentraciones de neonicotinoides haga evolucionar su resistencia, como ya ha ocurrido en varias

especies de plagas importantes. Aunque los plaguicidas sistémicos puedan ser muy efectivos para exterminar plagas, está claro que en algunos sistemas agrícolas el uso de neonicotinoides es innecesario, pues proporcionan muy poco o ningún beneficio. Las compañías agroquímicas son, por el momento, la mayor fuente de consejo agronómico disponible para los agricultores, una situación que posiblemente conduce al uso excesivo e inapropiado de plaguicidas.

En términos generales, se ha recopilado un conjunto convincente de pruebas que demuestran claramente que el uso masivo de estos productos químicos, persistentes y solubles en el agua, está teniendo un impacto crónico generalizado sobre la biodiversidad global, y es probable que se produzcan efectos nocivos peores en servicios del ecosistema tales como la polinización, que son vitales para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. Urge la necesidad de reducir el uso de estos productos químicos y adoptar métodos sostenibles de producción alimentaria y control de plagas que no reduzcan tanto la biodiversidad global y que no socaven los servicios del ecosistema de los que todos dependemos (van der Sluijs et al. 2015).

Los insecticidas sistémicos, neonicotinoides y fipronil, representan un nuevo capítulo en las limitaciones patentes del proceso de aprobación y revisión de plaguicidas en las normativas, que no consideran todos los riesgos sobre el funcionamiento y los servicios del ecosistema que se plantean al aplicar a gran escala insecticidas de amplio espectro. Cabe destacar nuestra incapacidad de aprender de los errores del pasado.

## **Agradecimientos**

Este artículo se ha beneficiado de las discusiones que se trataron en las sesiones plenarias del Equipo de Trabajo Internacional sobre Plaguicidas Sistémicos en París (2010), Bath (2011), Cambridge (2012), Montegrotto Terme (2012), Lovaina la Nueva (2013) y Legnaro (2013). El trabajo ha sido financiado por la *Triodos Foundation's Support Fund for Independent Research on Bee Decline and Systemic Pesticides* [Fondo de Ayuda de la Fundación Triodos para la Investigación Independiente del Declive de Abejas y Plaguicidas Sistémicos]. Este Fondo de Apoyo se ha creado con donaciones de la Fundación *Adessium* (Países Bajos), *Act Beyond Trust* [Actúa más allá de la confianza] (Japón), Universidad de Utrecht (Países Bajos), Fundación *Stichting Triodos* (Países Bajos), *Gesellschaft fuer Schmetterlingsschutz* (Alemania), *M.A.O.C. Gravin van BylandtStichting* (Países Bajos), *ZukunftStiftungLandwirtschaft* (Alemania), *Study Association Storm* [Asociación de Estudiantes de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Utrecht] y los ciudadanos.

Los financiadores no han tenido ningún papel en el diseño del estudio, la recopilación y análisis de datos, en la decisión de publicar o preparar el manuscrito. Agradecemos enormemente la ayuda que el editor jefe de ESPR, Philippe Garrigues y la editora asistente, Emmanuelle Pignard-Péguet, nos han ofrecido durante la preparación de este Número Especial.

El proceso de revisión ha sido coordinado por el editor jefe de ESPR, de acuerdo con las estrictas directrices éticas de Springer, con críticos independientes escogidos por los Editores de ESPR.

Los autores aparecen por orden alfabético.

## Libre acceso

Este artículo se ha distribuido conforme a las condiciones del *Creative Commons Attribution License*, las cuales permiten cualquier uso, distribución y reproducción en cualquier medio, en tanto se cite el nombre de los autor/autor(es) principal(es) y la fuente.

## Referencias

- Bonmatin J-M, Giorio C, Girolami V, et al (2015) Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut Res* 22:35–67. doi: 10.1007/s11356-014-3332-7
- Chagnon M, Kreuzweiser D, Mitchell EAD, et al (2015) Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environ Sci Pollut Res* 22:119–134. doi: 10.1007/s11356-014-3277-x
- Furlan L, Kreuzweiser D (2015) Alternatives to neonicotinoid insecticides for pest control: case studies in agriculture and forestry. *Environ Sci Pollut Res Int* 22:135–147. doi: 10.1007/s11356-014-3628-7
- Gibbons D, Morrissey C, Mineau P (2015) A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environ Sci Pollut Res* 22:103–118. doi: 10.1007/s11356-014-3180-5
- Pisa LW, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, et al (2015) Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ Sci Pollut Res Int* 22:68–102. doi: 10.1007/s11356-014-3471-x
- Simon-Delso N, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, et al (2015) Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environ Sci Pollut Res* 22:5–34. doi: 10.1007/s11356-014-3470-y
- van der Sluijs JP, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, et al (2015) Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environ Sci Pollut Res* 22:148–154. doi: 10.1007/s11356-014-3229-5

Este artículo fue publicado originalmente en la revista [Springer](#), «[Environmental Science and Pollution Research](#)» como:

“[Bijleveld van Lexmond M, Bonmatin JM, Goulson D, Noome DA \(2015\) Worldwide integrated assessment on systemic pesticides. Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. Environ Sci Pollut Res 22:1–4. doi: 10.1007/s11356-014-3220-1](#)”.

Traducción al español por *Sofía Monzón Rodríguez* y revisión por *Ana Rubio Ruiz* dentro de la iniciativa PerMondo. Proyecto apoyado y gestionado por la agencia de traducción Mondo Agit.

**PERMONDO**  
Translations for non-profit

