El riesgo medioambiental de los insecticidas neonicotinoides:

análisis de las investigaciones realizadas desde 2013

Resumen ejecutivo

Enero 2017

GREENPEACE

© Susan H Smith / iStockphoto

Prólogo

Los **polinizadores**, entre ellos las abejas melíferas (las que producen miel), las abejas silvestres, así como otros insectos, juegan un papel crucial en la producción alimentaria y agrícola. Tres cuartas partes de los cultivos que se comercializan en el mercado mundial dependen en alguna medida de ellos[1]. Sin embargo, estos insectos vitales **corren un serio peligro**. Por ejemplo, la población de abejorros silvestres ha disminuido drásticamente y algunas especies han llegado a extinguirse a nivel regional o mundial. Los datos sobre otras especies de polinizadores son igualmente preocupantes.

Este descenso es sintomático de un sistema agrícola industrial fallido. Numerosa documentación científica señala que la agricultura industrial amenaza el futuro de los mismos insectos polinizadores de los que depende ya que fomenta la pérdida de biodiversidad, destruye los hábitats donde estos se alimentan y necesita de sustancias químicas tóxicas para controlar las malas hierbas y las plagas.

Los insectos polinizadores se ven continuamente expuestos a sustancias químicas tóxicas como los insecticidas, herbicidas y fungicidas. Por el momento se desconocen todos los efectos que suponen estas exposiciones. No obstante, las evidencias científicas muestran que algunos insecticidas tienen un efecto negativo directo sobre la salud de los polinizadores y afectan tanto a los organismos individuales, como a las colonias en su conjunto. Entre estas sustancias químicas se encuentran algunos de los denominados "neonicotinoides" así como otros insecticidas.[2]

Los **insecticidas neonicotinoides fueron introducidos en el mercado a mediados de los años 90** como una alternativa "benigna" a sustancias más dañinas y antiguas. Su uso ha crecido rápidamente, principalmente como recubrimiento de semillas, y a nivel mundial se ha convertido en el tipo de insecticida más empleado. Sin embargo, a mediados de **la década del 2000, la alarma saltó en la comunidad científica ya que los neonicotinoides podían dañar a organismos no objetivo**, en particular a las abejas melíferas y a los abejorros.

Debido al creciente número de pruebas científicas, en 2013 la Unión Europea (UE) aprobó una prohibición parcial de tres neonicotinoides (imidacloprid, clotianidina y tiametoxan) así como del insecticida fipronil. La UE restringió ciertos usos ya que la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) confirmó que eran una amenaza para las abejas. No obstante, la EFSA reconoció la falta de datos científicos para evaluar ciertos usos de estas sustancias así como el impacto sobre insectos polinizadores distintos de las abejas melíferas.[3]

Desde entonces y debido a la preocupación mostrada por la ciudadanía y los responsables políticos, la comunidad científica ha mostrado un interés aún mayor por aquellos factores que agudizan la crisis de los polinizadores, incluido el impacto de ciertos plaguicidas.

Greenpeace encargó a la Universidad de Sussex en Reino Unido, institución científica pionera en este campo, que estudiara detenidamente todos los estudios científicos publicados desde 2013 que investigasen el impacto de los insecticidas neonicotinoides sobre los polinizadores y el medio ambiente en general.

El estudio confirmó los riesgos identificados por la EFSA en 2013, además de probar que los polinizadores se enfrentan a riesgos adicionales. Nuevas investigaciones muestran que las abejas no solo se ven amenazadas por los cultivos tratados con neonicotinoides sino también por las plantas silvestres que no han sido tratadas con estas sustancias pero que han sido contaminadas por las mismas. Asimismo **los últimos datos demuestran la omnipresencia de los neonicotinoides en el medio ambiente, contaminando el agua, suelo y la vegetación natural**. Igualmente **las pruebas**

indican que son un riesgo significativo para otras muchas especies silvestres además de las abejas, incluyendo mariposas, escarabajos e insectos acuáticos. Asimismo puede haber un efecto dominó a través de la cadena alimenticia.

Estos resultados concuerdan con las últimas conclusiones de la EFSA que a su vez confirman los resultados anteriores sobre el riesgo que acecha a las abejas además de demostrar que existen riesgos adicionales.[4]

Dadas estas conclusiones **es irresponsable seguir empleando estas sustancias químicas.** Se deben **prohibir por completo los tres neonicotinoides que ya cuentan con una prohibición parcial**: imidacloprid, clotianidina y tiametoxan. Se deben examinar detenidamente todos los plaguicidas para comprobar su efecto en las abejas antes de tomar decisiones a nivel normativo que permitan su uso.

Es hora de reconocer que la sustitución de sustancias químicas dañinas por los supuestamente "benignos" neonicotinoides no es una solución sostenible para el control de plagas de insectos. En primer lugar **se deben hacer mayores esfuerzos para desarrollar y aplicar prácticas ecológicas** válidas que prevengan las plagas de insectos y protejan los cultivos una vez estas surjan.

Se ha demostrado que la agricultura ecológica que mantiene una gran biodiversidad sin el empleo de plaguicidas químicos o fertilizantes sintéticos, mejora el control de las "malas hierbas", de las enfermedades y de las plagas de insectos, al mismo tiempo que aumenta la resiliencia de los ecosistemas.[5] Cambiar hacia la agricultura ecológica es la única forma de proteger a los polinizadores y el inestimable servicio que estos prestan para beneficio de todos.

Marco Contiero & Franziska Achterberg

© Axel Kirchhof / Greenpeace

1. Consejo Asesor Científico de las Academias Europeas (EASAC), 2015, Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids.

2. Greenpeace, 2013, Bees in decline.

3. EFSA, 2013, Conclusions on the pesticide risk assessment for bees for the active substances imidacloprid, clothianidin and thiamethoxam.

4. EFSA, 2015, Conclusions on uses other than seed treatments and granules of imidacloprid, clothianidin and thiamethoxam; EFSA, 2016, Conclusions on imidacloprid and clothianidin in the light of confirmatory data submitted.

5. Greenpeace, 2015, Ecological farming. The seven principles of a food system that has people at its heart.

El riesgo medioambiental de los insecticidas neonicotinoides | análisis de las investigaciones realizadas desde 2013

Resumen ejecutivo

Revisión científica llevada a cabo por:
Thomas Wood y Dave Goulson
Sussex University

Los insecticidas neonicotinoides se comercializaron por primera vez a mediados de los años 90 y desde entonces su uso ha crecido rápidamente hasta convertirse en la clase de insecticida más empleado a nivel mundial. Se usa principalmente como recubrimiento de semillas. Los neonicotinoides son solubles en el agua, por tanto si se aplica una pequeña cantidad en una semilla se disolverá al entrar en contacto con el agua del suelo y será absorbido por las raíces de la planta en fase de desarrollo. Una vez dentro de la planta se vuelve sistémico y se puede encontrar en el tejido vascular y las hojas, proporcionando protección contra los insectos herbívoros. En gran parte del mundo desarrollado se ha extendido el uso de los neonicotinoides como profiláctico para un amplio número de cultivos herbáceos.

No obstante, las plantas de los cultivos solo absorben aproximadamente el 5% del ingrediente activo del neonicotinoide, la mayor parte se dispersa en el medio ambiente. Desde mediados de la década del 2000 numerosos estudios han señalado que los neonicotinoides podían tener efectos negativos en los organismos no objetivo. En concreto, se asoció los neonicotinoides con el envenenamiento masivo de abejas melíferas y se demostró que su ingesta tiene graves efectos negativos en la salud de las abejas y los abejorros. En vista del número creciente de pruebas se encargó a la EFSA que realizase evaluaciones de riego sobre el uso del imidacloprid, la clotianidina y el tiametoxan, para determinar su impacto en las abejas. Según estas evaluaciones de riesgo, publicadas en enero de 2013, emplear estos compuestos sobre ciertos cultivos con flor supone un alto riesgo para las abejas. En vista de los resultados, la Unión Europea aprobó una prohibición parcial de estas sustancias en mayo de 2013 que entró en vigor el 1 de diciembre de 2013.

El objetivo de este informe es recopilar y resumir la documentación científica publicada desde 2013 sobre la investigación del impacto de los neonicotinoides en los organismos no objetivo y agruparlos en un único informe para ayudar a tomar decisiones fundamentadas. Debido al interés internacional que han suscitado las consecuencias accidentales de los neonicotinoides sobre la fauna y flora esta cuestión ha recibido mucha atención por parte de la comunidad científica en estos tres años. Dado que las restricciones que se implementaron fueron debidas al riesgo que suponían los neonicotinoides para las abejas, es natural que gran parte de los últimos estudios se centren en este grupo de insectos.

Riesgos para las abejas

Las evaluaciones de riesgo de la EFSA valoraron el riesgo que corrían las abejas al ser expuestas a neonicotinoides a través de varias vías de exposición, así como el impacto directo letal y subletal de la exposición a estas sustancias. Se dispone de nuevos datos científicos para cada una de estas áreas, por tanto es posible comparar las pruebas científicas realizadas a partir de 2013 con los informes originales de la EFSA. Este estudio no pretende ser una evaluación formal del riesgo que suponen los neonicotinoides tal como llevó a cabo la EFSA. Su objetivo es resumir cómo las nuevas investigaciones han cambiado nuestro entendimiento sobre los posibles riesgos para las abejas; si el riesgo es menor, igual o mayor que el percibido en 2013. A continuación se presenta una comparativa entre las evaluaciones de riesgo de la EFSA de 2013 y los posteriores estudios:

- *Riesgo de exposición a través del polen y néctar de los cultivos con flor*. Los informes de la EFSA calcularon la exposición típica a través de los cultivos con flor tratados con neonicotinoides aplicados como tratamientos de semilla. En la actualidad se dispone de muchos más datos y en general los nuevos estudios apoyan los valores estimados de exposición. El riesgo que suponen los cultivos con flor tratados con neonicotinoides para las abejas **no ha cambiado** del que estableció la EFSA en 2013.

- *Riesgo de los cultivos sin flor y los periodos de la planta antes de la floración*. Se consideró que los cultivos sin flor no suponían una amenaza para las abejas. No hay ningún estudio nuevo que demuestre que los cultivos sin flor son una amenaza directa a las abejas. **Sin cambios**.

- *Riesgo de exposición por la siembra de semillas tratadas y la posterior dispersión del polvo*. A pesar que la tecnología de siembra ha cambiado, los estudios disponibles indican que el polvo se sigue dispersando y que esta dispersión sigue suponiendo una fuente de alta exposición. Por tanto es mejor considerar que **el riesgo no ha cambiado**.

- *Riesgo de exposición a través de los líquidos procedentes de la gutación*. Basándose en las pruebas disponibles en 2013 la EFSA consideró que esta vía ofrecía poco riesgo de exposición. Los nuevos datos no contradicen esta afirmación y por tanto **el riesgo no ha cambiado**.

- *Riesgo de exposición a través de las plantas que no son cultivos o mediante la absorción de neonicotinoides por estas plantas*. Se pensaba que la absorción de neonicotinoides por parte de las plantas no objetivo era insignificante, aunque se identificaron lagunas en los datos. Desde entonces muchos de los estudios publicados demuestran la gran cantidad de neonicotinoides que se absorben así como su presencia en el polen, néctar y hojas de las plantas silvestres. Es previsible que las abejas que recolectan polen de los cultivos tratados con neonicotinoides estén expuestas a las mayores concentraciones de neonicotinoides. Sin embargo, cantidades de neonicotinoides nada desdeñables también están presentes en el polen y néctar recolectado de plantas silvestres y es probable que la exposición a esta fuente se prolongue más allá del periodo de floración del cultivo. La exposición a través de plantas no objetivo supone claramente un **riesgo más alto**.

- *Riesgo de exposición a través de cultivos posteriores a los tratados con neonicotinoides*. La información sobre este tema es insuficiente ya que muy pocos estudios lo han investigado directamente. Sin embargo, esta fuente supone cierto riesgo ya que es sabido que los neonicotinoides pueden permanecer durante años en el suelo y se detectan en cultivos varios años después de su última aplicación. No obstante, dado la falta de datos se considera que **el riesgo no ha cambiado**.

- *Mortandad directa de las abejas adultas por neonicotinoides*. Los estudios adicionales sobre su toxicidad en las abejas apoyan los valores calculados por la EFSA. Los datos adicionales sobre la toxicidad de los neonicotinoides en las especies de abejas silvestres y los meta-análisis indican en general una respuesta similar. Sería importante estudiar las especies individuales pero en general se puede decir que en el caso de la mortandad por neonicotinoides **el riesgo no ha cambiado**.

- *Efectos subletales de los neonicotinoides en las abejas silvestres*. Los estudios que realizó la EFSA sobre los efectos subletales son limitados ya que no existe una metodología consensuada para evaluar dichos efectos. Se identificaron lagunas en los datos. Se ha demostrado que la exposición a cultivos con flor tratados con neonicotinoides tiene importantes efectos negativos en las abejas silvestres que vuelan libres en condiciones de campo, igualmente algunos estudios de laboratorio donde se han empleado concentraciones de neonicotinoides iguales a las empleadas en el campo muestran los efectos negativos sobre sobre la salud de las abejas y su capacidad para buscar comida. **Mayor riesgo**.

Los estudios realizados a partir de 2013 indican que los neonicotinoides suponen un riesgo similar o mayor para las abejas silvestres y para las melíferas que lo indicado en 2013. Dado que la evaluación de riesgo inicial de 2013 fue suficiente para imponer una prohibición parcial sobre el uso de los neonicotinoides en los cultivos con flor y dadas las nuevas pruebas que confirman o incrementan el riesgo que estas sustancias suponen para las abejas, es lógico concluir que las pruebas científicas actuales apoyan una ampliación de la prohibición parcial así como que se considere imponer la prohibición a otros usos de los neonicotinoides.

El riesgo medioambiental de los insecticidas neonicotinoides | análisis de las investigaciones realizadas desde 2013

Más riesgos para el medio ambiente

No solo se han ampliado los conocimientos científicos que tenemos sobre las abejas sino también sobre los otros temas que la EFSA no tuvo en consideración:

- Los cultivos sin flor tratados con neonicotinoides pueden suponer un riesgo para los organismos no objetivo al incrementar la mortalidad de poblaciones de depredadores beneficiosos.

- Los neonicotinoides puede perdurar años en el suelo agrícola, esto conllevará a una contaminación crónica y en algunos casos a una acumulación a lo largo del tiempo.

- Se siguen encontrando neonicotinoides en una amplia variedad de cauces acuáticos, entre ellos acequias, charcos, lagunas, arroyos de montañas, ríos, humedales temporales, agua de deshielos, aguas subterráneas y en los desagües de las depuradoras.

- Los análisis sobre la sensibilidad de los organismos acuáticos a los neonicotinoides muestran que muchas especies de insectos acuáticos tienen una sensibilidad a estos compuestos varias órdenes de magnitud por encima que los organismos del modelo tradicional que se emplea en las evaluaciones reglamentarias para el uso de plaguicidas.

- Se ha demostrado que los neonicotinoides están presentes en el polen, néctar y hojas de las plantas que no son cultivos y que colindan con los campos agrícolas. Esto va desde las “malezas herbáceas” anuales a la vegetación boscosa perenne. Por tanto es de esperar que los insectos herbívoros no objetivo y los polinizadores que no son abejas y viven en las lindes de los campos y setos estén expuestos a los neonicotinoides. Son especialmente preocupantes aquellas plantas que se siembran específicamente junto a los campos agrícolas para conservar a los polinizadores.

- Los estudios correlaciónales llevados a cabo en tres países distintos indican una relación negativa entre el uso de neonicotinoides en las áreas agrícolas y las métricas de la población de mariposas, abejas y aves insectívoras.

Este trabajo mejora nuestros conocimientos sobre cómo los neonicotinoides viajan y persisten en el medio ambiente general. Estos compuestos solubles en agua no solo afectan a los cultivos agrícolas sino que penetran en gran parte del entorno agrícola en el que se emplean y en algunos casos alcanzan lugares distantes a través de los distintos cauces fluviales y la escorrentía. Los experimentos de laboratorio que simulan las condiciones de campo y las pruebas de campo siguen demostrando que los neonicotinoides residuales puede tener un efecto letal y subletal en una amplia variedad de especies. La vulnerabilidad entre distintas especies varía en muchos órdenes de magnitud, mientras que unas tienen una respuesta negativa a partes por mil millones otras no muestran efectos a varios miles de partes por mil millones. Respecto a las evaluaciones de riesgo de 2013 sobre los efectos de la clotianidina, el imidacloprid y el tiametoxan en las abejas, las nuevas investigaciones refuerzan los argumentos para imponer una prohibición, especialmente porque resulta evidente que suponen un riesgo significativo para muchos organismos no objetivo, no solo las abejas. Dado que ahora se dispone de mayor documentación científica sobre cómo viajan los neonicotinoides desde los distintos tipos de cultivos al medio ambiente general, es urgente estudiar los riesgos que supone su uso para los cultivos sin flor y para las zonas no agrícolas.

© Kim Taylor / NPL

© Visuals Unlimited / NPL

Situación actual

Los insecticidas neonicotinoides se comercializaron por primera vez en los años 90 y desde entonces su uso ha crecido rápidamente hasta convertirse en la categoría de insecticidas más empleada a nivel mundial. Su popularidad comenzó a aumentar principalmente a partir de los primeros años de 2000 (Figura 1). Este uso viene dado en gran parte por la adopción de tratamientos de semillas. Los neonicotinoides son solubles en agua, por lo que una pequeña cantidad aplicada a una semilla se disolverá al entrar en contacto con el agua y será absorbida por las raíces de la planta en fase de desarrollo. Una vez dentro de la planta se vuelve sistémico y se encuentra en el tejido vascular y en las hojas, proporcionando protección contra los insectos herbívoros. Este uso profiláctico de los neonicotinoides está ampliamente extendido, por ejemplo en 2011 entre el 79-100% de las hectáreas de maíz en los Estados Unidos fueron tratadas con un recubrimiento de semillas con neonicotinoides (Douglas y Tooker 2015)[6].

Sin embargo los cultivos tan solo absorben alrededor de un 5% del ingrediente activo del neonicotinoide, mientras que la mayor parte de los mismos se dispersa por el ambiente. En años recientes muchos autores han mostrado su preocupación sobre el impacto que los neonicotinoides pueden tener sobre los organismos no objetivo. Se ha asociado a los neonicotinoides liberados en el polvo de las sembradoras con el envenenamiento en masa de abejas melíferas en Alemania e Italia (Pistorius et al. 2009[7]; Bortolotti et al. 2009)[8], se han encontrado neonicotinoides en suelos agrícolas (Bonmatin et al. 2005)[9] así como en el polen y el néctar de los cultivos tratados (Bonmatin et al. 2007)[10]. En 2012 se publicaron dos estudios de alto nivel que mostraron que la exposición a los neonicotinoides en el polen y el néctar podía tener graves efectos sobre la orientación y mortandad de las abejas (Henry et al. 2012)[11] y el desarrollo de las colonias de abejorros y la producción de reinas (Whitehorn et al. 2012)[12]. En respuesta al creciente volumen de pruebas la EFSA, que es el cuerpo que debe hacer la supervisión sobre la normativa de sustancias químicas agrícolas, recibió el encargo de realizar una evaluación de riesgos de los tres neonicotinoides agrícolas más ampliamente utilizados (clotianidina, imidacloprid y tiametoxam) y el riesgo que suponen para las abejas (EFSA 2013a; 2013b; 2013c)[13]. Basándose en la evidencia disponible, la EFSA recomendó una prohibición parcial del uso de los neonicotinoides para el tratamiento de cultivos, que fue aceptada e implementada por la Comisión Europea a finales de 2013.

Esta prohibición parcial será revisada en breve. Uno de los objetivos específicos era permitir una mayor investigación del impacto que pueden tener los neonicotinoides sobre las abejas, que pudiera ayudar en la toma de decisiones regulatorias posteriores. Desde 2013 se ha publicado un gran número de estudios que evalúan el impacto de los neonicotinoides sobre las abejas así como sobre una amplia gama de otros taxones no objetivo. También se ha publicado un gran número de extensos análisis sobre el impacto de los neonicotinoides en organismos no objetivo, como por ejemplo Nuyttens et al. (2013)[14] sobre el polvo contaminado con neonicotinoides, Godfray et al. (2014; 2015)[15] sobre los riesgos que suponen los neonicotinoides para los polinizadores, Bonmatin et al. (2015)[16] sobre el destino medioambiental de los neonicotinoides y la exposición a los mismos, Pisa et al. (2015)[17] y Gibbons et al. (2015)[18] sobre el impacto de los neonicotinoides sobre los organismos terrestres no objetivo y Morrissey et al. (2015)[19] sobre la contaminación de ecosistemas acuáticos con neonicotinoides y su impacto sobre los organismos acuáticos, por nombrar

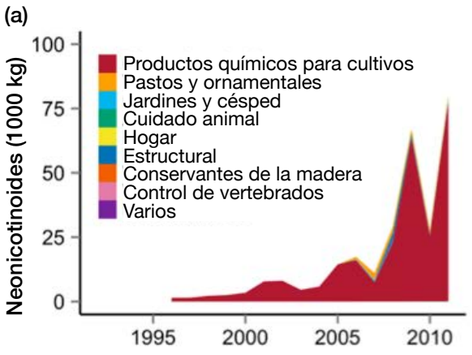

Figura 1. Figura 1 Ventas de neonicotinoides entre 1992 y 2011 por (a) tipo de producto, (b) uso por cultivo e (c) sustancia activa. Los datos sobre el uso (a) se basan en los datos de ventas de Minnesota. Los datos sobre los cultivos y los ingredientes activos son para todos los EEUU, y provienen de la Encuesta geológica de los Estados Unidos. El eje Y representa la masa de la sustancia activa del neonicotinoide en miles o millones de kg. Reproducido de Douglas y Tooker (2015)

algunos.

El propósito de este análisis es valorar toda la evidencia científica publicada desde 2013 que cubre el impacto de los neonicotinoides sobre los organismos silvestres no objetivo (excluyendo por lo tanto a las abejas melíferas) y reunirla en un solo lugar para ayudar a tomar una decisión informada. No es una evaluación de riesgo formal, aunque se realizarán comparaciones concretas con la base de conocimiento utilizada en las evaluaciones de riesgo de la EFSA y de forma más general con la que se conocía en 2013. Los hallazgos serán de interés para quienes están teniendo en cuenta el impacto más amplio del uso de los insecticidas neonicotinoides, a la hora de evaluar su futuro en el entorno agrícola.

6. Douglas, M.R. et Tooker, J.F., « Large-scale deployment of seed treatments has driven rapid increase in use of neonicotinoid insecticides and preemptive pest management in U.S. field crops », in Environmental Science and Technology, 49, 5088-5097, 2015.

7. Pistorius, J., Bischoff, G., Heimbach, U. et Stähler, M., « Bee poisoning incidents in Germany in spring 2008 caused by abrasion of active substance from treated seeds during sowing of maize », in Proceedings, Hazards of pesticides to bees—10th international symposium of the ICP-bee protection group, Julius-Kühn Archiv 423:118–126, 2009.

8. Bortolotti, L., Sabatini, A.G., Mutinelli, F., Astuti, M., Lavazza, A., Piro, R., Tesoriero, D., Medrzycki, P., Sgolastra, F. et Porrini, C., « Spring honeybee losses in Italy », Julius-Kühn Archiv, in Proceedings, 10th international symposium ICP-BR bee protection group "Hazards of pesticides to bees", Bucarest, Roumanie, 8-10 octobre 2008, vol. 423, pp. 148–152, 2009.

9. Bonmatin, J-M., Moineau, I., Charvet, R., Colin, M.E., Fleche, C. et Bengsch, E.R., « Behaviour of imidacloprid in fields.

10. Bonmatin, J-M., Marchand, P.A., Cotte, J.F., Aajoud, A., Casabianca, H., Goutailler, G. et Courtiade, M., « Bees and systemic insecticides (imidacloprid, fipronil) in pollen: subnano quantification by HPLC/MS/MS and GC/MS », in Del Re, A.A.M., Capri, E., Fragoulis, T.M.(eds), Environmental fate and ecological effects of pesticide, La Goliardica Pavese, Pavia, Italie, pp. 827-824, 2007.Toxicity for honey bees », in Lichtfouse E, Schwarzbauer J, Robert D (eds), Environmental Chemistry, Springer, Berlin, pp. 483–494, 2005.

11. Henry, M., Beguin, M., Requier, F., et al., « A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees », in Science, 336, 348-350, 2012.

12. Whitehorn, P.R., O'Connor, S., Wackers, F.L. et Goulson, D., « Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production », in Science, 336, 351-352, 2012.

13. European Food Safety Authority (EFSA) « Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin », in European Food Safety Authority Journal, 11, 3066, 2013 ; « Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam », in European Food Safety Authority Journal, 11, 3067, 2013 ; « Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid », in European Food Safety Authority Journal, 11, 3068, 2013.

14. Nuyttens, D., Devarrewaere, W., Verboven, P. et Foqué, P., « Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review »,in Pest Management Science, 69, 564-575, 2013.

15. Godfray, H.C.J., Blacquière, T., Field, L.M., et al., « A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators », in Proceedings of the Royal Society B, 281, 20140558, 2014 ; Godfray, H.C.J., Blacquière, T., Field, L.M., et al., « A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators », in Proceedings of the Royal Society B, 282, 20151821, 2015.

16. Bonmatin, J-M., Giorio, C., Girolami, V., et al., « Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil », in Environmental Science and Pollution Research, 22, 35-67, 2015.

17. Pisa, L.W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., et al., « Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates », in Environmental Science and Pollution Research, 22, 68-102, 2015.

18. Gibbons, D., Morrissey, C. and Mineau, P., « A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife », in Environmental Science and Pollution Research, 22, 103-118, 2015.

19. Morrissey, C.A., Mineau, P., Devries, J.H., Sánchex-Bayo, F., Liess, M., Cavallaro, M.C. et Liber, K., « Neonicotinoid contamination of global surfacewaters and associated risk to aquatic invertebrates: A review », in Environment International, 74, 291-303, 2015.

GREENPEACE

Greenpeace es una organización independiente que usa la acción para exponer las amenazas al medio ambiente y busca soluciones para un futuro verde y en paz.

Revisión científica llevada a cabo por:
Autores: Thomas Wood y Dave Goulson
Sussex University

Foto de portada: © Alffoto / iStockphoto

Diseño: Juliana Devis

Publicado en enero 2017 por
Greenpeace Francia
13 rue d'Enghien
75010 París
Francia

Versión en castellano por
Greenpeace España
San Bernardo 107 1ª planta
28015 Madrid
España

greenpeace.es