

Ríos hormonados

**Amplia presencia de plaguicidas
disruptores endocrinos
en los ríos españoles**



Pesticide
Action
Network
Europe

ecologistas
en acción



Título: Ríos hormonados
Amplia presencia de plaguicidas disruptores endocrinos
en los ríos españoles

Autores: Rodrigo Balaguer, Giorgio Dimastrogiovanni, Kistiñe García, Erika González,
Angeliki Lysimachou, Dolores Romano

Portada y maquetación: Andrés Espinosa

Edita: Ecologistas en Acción y PAN Europe

Edición: Febrero de 2018

ISBN: 978-84-947850-4-7

Este informe se puede descargar y consultar en:
<https://www.ecologistasenaccion.org/article35829.html>

Ecologistas en Acción agradece la ayuda económica para la elaboración de este informe de *European Environmental Health Initiative* (EEHI).

Ecologistas en Acción agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación siempre que se cite la fuente.



Esta publicación está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

Índice

Resumen	5
1/ Introducción	9
1.1 Para qué este informe	9
1.2 Efectos de los plaguicidas en el medio ambiente	11
1.3 Efectos de los plaguicidas en la salud humana	14
2/ Metodología. Qué hemos hecho	15
3/ Resultados. Plaguicidas en los ríos españoles	19
3.1 Plaguicidas analizados y detectados	19
3.2 Características de los plaguicidas detectados	20
3.3 Plaguicidas más frecuentes	23
3.4 Resultados por Demarcaciones Hidrográficas	25
3.4.1 Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental	25
3.4.2 Demarcación Hidrográfica del Duero	26
3.4.3 Demarcación Hidrográfica del Ebro	27
3.4.4 Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa	28
3.4.5 Demarcación Hidrográfica del Guadiana	30
3.4.6 Demarcación Hidrográfica del Júcar	31
3.4.7 Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil	33
3.4.8 Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental del ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco	35
3.4.9 Demarcación Hidrográfica del Segura	37
3.4.10 Demarcación Hidrográfica del Tago	39
4/ Discusión de los resultados. Ríos hormonados	41
Características de los plaguicidas detectados	43
5/ Propuestas para reducir la contaminación por plaguicidas de los ríos españoles	51
Anexo I	
Sustancias plaguicidas analizadas y detectadas por cuenca hidrográfica en 2012	54
Anexo II	
Sustancias plaguicidas analizadas y detectadas por cuenca hidrográfica en 2016	57

Resumen

Los plaguicidas están diseñados para actuar como tóxicos contra los organismos a los que pretenden combatir, pero también pueden dañar a otros seres vivos.

Muchos plaguicidas han sido prohibidos por causar cáncer, provocar malformaciones o por afectar a la reproducción de animales silvestres y seres humanos. Además, muchos se deberían prohibir por causar malformaciones, enfermedades del sistema inmune, neurológico y del sistema hormonal. Además, la elevada estabilidad de algunos plaguicidas les permite persistir en el medio ambiente y los tejidos vivos, acumulándose a lo largo de la cadena trófica. Son precisamente estas propiedades de toxicidad y estabilidad, las que los convierten en agentes contaminantes nocivos, con elevados costes para la salud y el medio ambiente.

España, con un consumo de 78.818 toneladas en 2014, es el país europeo que más plaguicidas utiliza. Este uso masivo resulta en la creciente presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos y en el medio ambiente.

En este informe Ecologistas en Acción ha analizado los datos oficiales de los Programas de Vigilancia de la Calidad de las Aguas llevados a cabo por las 10 Confederaciones Hidrográficas que han respondido a nuestra petición de información sobre la presencia de plaguicidas en las aguas superficiales. Muestra una imagen incompleta (debido a la limitación de los datos) de la presencia de plaguicidas tóxicos en las aguas de los ríos españoles, haciendo hincapié en los plaguicidas capaces de afectar al sistema hormonal de animales y seres humanos, los llamados disruptores endocrinos, que convierten a los ríos españoles en auténticos *ríos hormonados*.

Los datos recopilados por los programas de vigilancia muestran:

- La presencia de plaguicidas tóxicos en todas las cuencas analizadas. En conjunto, en 2012 se detectaron 46 de los 95 plaguicidas analizados y en 2016, 47 de las 104 sustancias analizadas.
- La mayoría de las sustancias detectadas son insecticidas (21) y herbicidas (19). En menor medida se detectan fungicidas (5).
- El uso de la amplia mayoría de los plaguicidas detectados (el 70 %) no está autorizado en la UE ni en España. Aún siguen presentes en el medio acuático plaguicidas prohibidos hace muchos años por su elevada toxicidad, como el DDT, el lindano, la atrazina o el endosulfán, entre otros.
- 26 de los 47 plaguicidas detectados en 2016 han sido identificados como disruptores endocrinos o se sospecha que lo son.
- Las cuencas hidrográficas más contaminadas son aquellas con una agricultura más intensiva:

Júcar: es con diferencia la cuenca más contaminada. En 2016 se detectaron 34 de los 57 plaguicidas analizados, 22 de ellos prohibidos y 21 posibles disruptores endocrinos. Varias sustancias se detectan muy frecuentemente (DDT, HCH, clorpirifós, imazalil, tiabendazol y endosulfan en más de 100 muestras) y varias en elevadas concentraciones, muy por encima del límite permitido.

Ebro: en 2016 se detectaron 21 de las 37 sustancias analizadas, 16 de ellas son o se sospecha que son disruptores endocrinos. No está autorizado el uso de 18 de plaguicidas detectados.

País Vasco: se detectaron 17 de las 55 sustancias analizadas en 2016, 14 pueden ser disruptores endocrinos y 15 no están autorizados, como el lindano y sus isómeros, las sustancias detectadas con mayor frecuencia.

Tajo: se detectaron 15 de las 17 sustancias analizadas. No está autorizado el uso de 12 y 13 plaguicidas son posibles disruptores endocrinos .

Miño Sil: se detectaron 13 de las 58 sustancias analizadas, estando prohibido el uso de 5 de ellas. 11 pueden ser disruptores endocrinos.

Duero: Se detectaron 12 de los 34 plaguicidas analizados en 2016, 10 son o se sospecha que son disruptores endocrinos y no está autorizado el uso de 8 sustancias detectadas. El herbicida prohibido isoproturón es la sustancia detectada en mayor frecuencia y concentración.

Segura: se detectaron 9 de las 57 sustancias analizadas en 2016, 6 pueden ser disruptores endocrinos y 6 no están autorizados.

Guadiana: se detectaron 7 de las 27 sustancias analizadas, se sabe o se sospecha que 6 son disruptores endocrinos. No está autorizado el uso de 6 de las 7 sustancias detectadas. El herbicida disruptor endocrino terbutilazina se detecta muy frecuentemente y en concentraciones muy elevadas.

Galicia Costa: solo se han detectado 3 de las 55 sustancias analizadas, entre ellas insecticida clorpirifós que es disruptor endocrino y dos herbicidas prohibidos.

Cantábrico: en 2015 solo se detectaron 2 de las 21 sustancias analizadas y en una única muestra en ambos casos. Las dos sustancias están prohibidas y una de ellas, lindano, es un disruptor endocrino.

El clorpirifós, insecticida neurotóxico, se ha detectado en 8 de las 10 cuencas analizadas en 2016, lo que revela un uso extenso y prolongado. También es el plaguicida detectado en mayor número de alimentos en España.

El lindano o sus isómeros se detectan en 7 de las 10 cuencas analizadas en 2016, debido a la mala gestión de los residuos generados durante de su fabricación hasta principios de los años 90.

El glifosato se ha detectado en 3 de las 5 cuencas en las que se analizó en 2016. En el Júcar se detectó en todas las muestras en las que se analizó (48). En el Tajo es la sustancia

detectada con mayor frecuencia (en 263 de las 421 muestras analizadas) y en el País Vasco es el plaguicida en uso detectado en mayor frecuencia tras el clorpirifós, lo que muestra un uso extenso de este herbicida tóxico.

Preocupa la presencia de mezclas de múltiples plaguicidas en una misma cuenca: se detectaron 34 plaguicidas en el río Júcar y 21 en el río Ebro. Diversos estudios han mostrado como la exposición a mezclas de plaguicidas disruptores endocrinos puede multiplicar la toxicidad.

Estos resultados urgen a reducir el uso de plaguicidas. Para ello Ecologistas en Acción propone:

- Prohibir el uso de plaguicidas propiedades disruptoras endocrinas;
- reducir el uso de plaguicidas en España al menos un 50 % en 10 años, siguiendo el ejemplo de Francia o Dinamarca;
- transformar el insostenible sistema agrario industrializado a un sistema agro-ecológico respetuoso con la vida;
- actualizar la normativa ambiental al conocimiento científico;
- actualizar, ampliar y unificar los programas de vigilancia de plaguicidas en aguas;
- hacer cumplir la ley.

1/Introducción

1.1 Para qué este informe

Los plaguicidas de síntesis son sustancias diseñadas para combatir plagas principalmente en la agricultura pero también en la gestión de zonas verdes públicas y privadas (jardines, parques, escuelas, campos de golf, cementerios, vías férreas, etc.). Están diseñados para ser absorbidos por las plagas objetivo, penetrar a través de las membranas biológicas y llegar al sitio donde ejercen su acción tóxica, a menudo una enzima o una proteína. Como resultado, tienen el potencial de entrar en las células vivas y causar toxicidad a nivel molecular. Por esta razón, la exposición a plaguicidas de organismos que no son su objetivo, entre los que se incluyen los seres humanos, puede provocar efectos adversos graves, enfermedades y pérdida de especies.

A lo largo de los años, muchos plaguicidas han sido prohibidos porque son tóxicos para el genoma humano y animal (genotóxicos) y causan cáncer, porque causan toxicidad durante la reproducción o porque son persistentes, tóxicos y bioacumulativos en órganos y tejidos. Y muchos otros plaguicidas deben ser prohibidos porque son tóxicos para los sistemas inmunológico, nervioso y hormonal¹.

Los plaguicidas están diseñados para ser relativamente estables para que persistan en el campo el tiempo suficiente para ejercer su acción contra la plaga objetivo. Son precisamente estas propiedades de toxicidad y estabilidad, que hacen a los plaguicidas eficaces contra las plagas, las que los convierten en agentes contaminantes nocivos.

España es el país europeo que más plaguicidas utiliza. En 2014, se vendieron en España 78.818 toneladas de sustancias activas que suponen el 20 % de todos los plaguicidas vendidos en Europa ese año (Tabla 1.1).

La presencia de plaguicidas en las aguas continentales europeas es una realidad hoy en día. Las estadísticas de Eurostat indican que el nivel autorizado de plaguicidas se rebasa para una o más sustancias en el 7 % de los puntos de muestreo de aguas subterráneas. En cuanto a las aguas superficiales, las Normas de Calidad Ambiental (NCA) se rebasan para plaguicidas organoclorados estudiados en el 43 % de los ríos analizados en Europa. Se considera que la agricultura es la fuente principal de contaminación por plaguicidas de las aguas subterráneas y superficiales².

Cada vez son más frecuentes las noticias en los medios de comunicación sobre la presencia de plaguicidas en ríos y aguas de consumo^{3,4,5,6,7}. También la población está

1 Bergman Å, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Zoeller RT. State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals 2012 Summary for decision makers]. 2013 http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78102/1/WHO_HSE_PHE_IHE_2013.1_eng.pdf?ua=1

2 Eurostat, Agri-environmental indicator - pesticide pollution of water. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:Agri-environmental_indicator_-_pesticide_pollution_of_water

3 <http://www.laopiniondemurcia.es/murcia/2017/09/22/chs-confirma-presencia-pesticidas-plaguicidas/861780.html>

4 <http://www.lavanguardia.com/vida/20170428/422119883156/las-aguas-de-las-tablas-de-daimiel-no-tienen-valores-contaminantes-que-superen-los-umbrales-de-referencia-segun-igme.html>

5 La Confederación Hidrográfica del Ebro detecta tres incumplimientos de la norma de calidad ambiental. Aragón Digital, 27/02/2017. <http://www.aragondigital.es/noticia.asp?notid=153488>

cada vez más preocupada por los riesgos ocasionados por los plaguicidas. Así, el último Eurobarómetro sobre Medio Ambiente en la Unión Europea señala que entre la contaminación de los ríos y la contaminación agrícola provocada por uso de plaguicidas y fitosanitarios entre los 5 cuestiones ambientales que más preocupan a los ciudadanos europeos y españoles.

En una resolución reciente, la Asamblea de la Organización de Naciones Unidas para el Medio Ambiente invitaba “a los Estados miembros a que aumenten la concienciación sobre los riesgos que la mala utilización de fertilizantes y plaguicidas plantea para la salud humana, animal y ambiental, así como a que promuevan medidas para hacerles frente”⁸.

Este informe pretende mostrar una imagen preliminar de la presencia de plaguicidas en las aguas superficiales en España. La información se ha elaborado a partir de los datos de los programas de vigilancia de la calidad de las aguas llevados a cabo por las confederaciones hidrográficas, que son las administraciones públicas responsables de garantizar la calidad del agua. Se ha hecho hincapié en aquellos plaguicidas que afectan al sistema hormonal, los disruptores endocrinos.

Los datos aportados muestran una imagen incompleta ya que el número de estaciones de muestreo es limitado, no se vigila la presencia en el medio ambiente de todas las sustancias activas plaguicidas utilizadas en España (unas 400 según el Registro de Productos Fitosanitarios) y los análisis realizados no son homogéneos. Por otro lado, es importante señalar la presencia en el medio de sustancias peligrosas prioritarias que fueron utilizadas como plaguicidas, aunque ahora están prohibidas. Este sería el caso del hexaclorociclohexano (HCH, también llamado lindano), que sigue contaminando numerosos ríos, acuíferos y suelos de Europa y España por la mala gestión de los residuos de su producción. Se incluirá como plaguicida en el informe, aunque ya no es utilizado como tal.

Sin embargo, esta imagen parcial sirve para alertar, sobre la urgente necesidad de reducir drásticamente el uso de plaguicidas, prohibir aquellos con propiedades disruptoras endocrinas, poner en marcha planes de acción para eliminar de los ecosistemas las sustancias peligrosas que fueron utilizadas como plaguicidas e iniciar un debate a nivel estatal sobre cómo acelerar la transformación del insostenible sistema agrario industrializado a un sistema agroecológico respetuoso con la vida.

6 <http://www.efeverde.com/noticias/quimicos-prohibidos-la-ue-entran-mar-menor-las-lluvias/>

7 Hacia un uso de los plaguicidas más sostenible. eldiario.es, 17/09/2015.

http://www.eldiario.es/andalucia/lacuadraturadelcirculo/uso-plaguicidas-sostenible_6_430866914.html

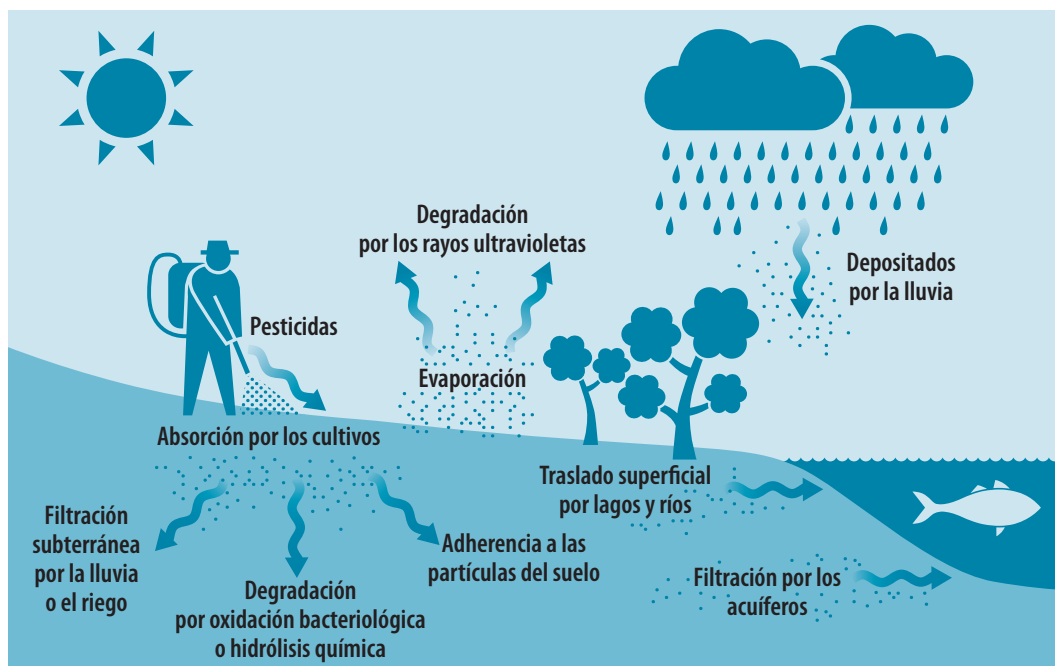
8 Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Proyecto de resolución sobre medio ambiente y salud. Nairobi, 4 a 6 de diciembre de 2017

1.2 Efectos de los plaguicidas en el medio ambiente

Hoy en día se sabe que los plaguicidas son tóxicos para los organismos vivos diferentes a las plagas objetivo. Se convierten en agentes tóxicos a largo plazo, que se acumulan con frecuencia en ciertos órganos de los seres vivos debido su dificultad para degradarse y generan elevados costes de salud y ambientales⁹.

Además, una vez aplicados sobre los cultivos, una parte de los plaguicidas permanece en las cosechas y llegan hasta nuestros alimentos, como señalamos en nuestro informe *Directo a tus hormonas: Guía de alimentos disruptores. Residuos de plaguicidas con capacidad de alterar el sistema endocrino en alimentos españoles*¹⁰.

Figura 1.1. Ciclo de los plaguicidas en el medio ambiente



El uso de plaguicidas pone en riesgo la calidad de las aguas en las zonas cercanas a los campos de cultivo ya que estos compuestos se transportan a través del agua y la atmósfera (deriva de plaguicidas) y contaminan tanto las aguas superficiales como las subterráneas^{11,12}. Incluso en algunos casos, los insecticidas se aplican directamente sobre las masas de agua (por ejemplo, para controlar las poblaciones de mosquitos). En cuanto a las aguas superficiales, la concentración y el tipo de plaguicidas detectados dependen de varios factores como la estación del año, las propiedades físicas y químicas del compuesto (solubilidad en agua, la persistencia o vida media o la capacidad de retención en

9 Bourguet D, Guillemaud T. The Hidden and External Costs of Pesticide Use. In: E. Lichtfouse, editor. Sustainable Agriculture Reviews. Springer International Publishing; 2016 p. 35–120. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-26777-7_2

10 Informe Directo a tus hormonas. Guía de alimentos disruptores. Residuos de plaguicidas con capacidad de alterar el sistema endocrino en los alimentos españoles. Ecologistas en Acción.

11 Stahlschmidt-Allner P, Allner B, Römbke J, Knacker T. Endocrine disrupters in the aquatic environment. Environ Sci Pollut Res. 1997 4(3):155–62. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19002402>

12 Blakley B, Brousseau P, Fournier M, Voccia I. Immunotoxicity of pesticides: a review. Toxicol Ind Heal. 1999;15(1–2):119–32. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10188195>

el suelo) y otros factores como por ejemplo, la topografía del terreno y la frecuencia de la lluvia. Todos estos factores hacen muy difícil predecir el destino de un plaguicida en el medio acuático y su bioacumulación en general, y mucho más difícil conocer el destino de todos los plaguicidas utilizados en los campos y áreas públicas.

Una vez en el agua, los plaguicidas y sus metabolitos se vuelven biodisponibles para los organismos acuáticos expuestos a través de la piel, agallas y por la alimentación, y dependiendo de su solubilidad, se bioacumulan en sus tejidos. Los organismos expuestos pueden ser consumidos tanto por animales silvestres como por los seres humanos. El fitoplancton contaminado con plaguicidas es una fuente de exposición para invertebrados, peces y otros organismos. A su vez los peces y mariscos contaminados con plaguicidas son una fuente de exposición para mamíferos pequeños, aves y otros animales salvajes además de para los seres humanos. Por lo tanto, el uso de plaguicidas cerca de las aguas superficiales somete a un elevado riesgo al ecosistema acuático, a sus especies y a los organismos que dependen de él.

Hoy en día, existen normas sobre el uso de plaguicidas para proteger la salud de las personas que trabajan en la agricultura así como la de los consumidores y el medio ambiente. La normativa europea sobre plaguicidas (EC 1107/2009¹³) establece claramente que no deben causar daños al medio ambiente y sus especies. Por otro lado, la Directiva Marco de Agua (DMA) ha identificado como sustancias prioritarias de preocupación¹⁴ 28 plaguicidas, la mayoría de los cuales ya han sido prohibidos debido a su alta toxicidad. Además, la Directiva de Uso Sostenible de Plaguicidas (2009/128/EC¹⁵) llama a los Estados Miembros a “establecer zonas de amortiguamiento y salvaguarda o setos de plantas a lo largo de las aguas superficiales para reducir la exposición de los cuerpos de agua a la deriva de fumigaciones, el flujo de drenaje y la escorrentía” para evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Sin embargo, el uso regular de una amplia gama de plaguicidas en la agricultura y la imposibilidad de establecer zonas de amortiguación eficientes y restricciones en su uso ha dado como resultado un aporte continuo de estas sustancias químicas dañinas a las aguas superficiales. El resultado ha sido la toxicidad crónica de los organismos acuáticos y de los organismos que se alimentan de ellos. Niveles bajos de estas sustancias químicas pueden interferir con el sistema hormonal, inmunológico y nervioso generando daños en la reproducción, malformaciones en órganos, disfunción metabólica y enfermedades, con un gran impacto en la vida silvestre^{16, 17} y en los seres humanos¹⁸.

En general, los insecticidas y los fungicidas son particularmente peligrosos para la fauna acuática y los herbicidas para las plantas. Aunque también se han observado efectos secundarios de los herbicidas en las especies animales y viceversa. El fitoplancton, las plantas acuáticas y las algas, que son particularmente sensibles a los herbicidas, tienen un papel clave en los ecosistemas acuáticos ya que proporcionan oxígeno disuelto para

13 OJ L 309, 24.11.2009

14 http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/priority_substances.htm

15 OJ L 309, 24.11.2009

16 Kohler H-R, Triebskorn R. Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond? Science. 2013;341(6147):759–65. <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1237591>

17 Blakley B, Brousseau P, Fournier M, Voccia I. Immunotoxicity of pesticides: a review. Toxicol Ind Heal. 1999; 15:119–32. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10188195>

18 Mnif W, Ibn A, Hassine H, Bouaziz A, Bartegi A, Thomas O, et al. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. Int J Environ Res Public Heal. 2011;8(8):2265–303. www.mdpi.com/journal/ijerph

todas las demás especies¹⁹. Sin oxígeno disuelto, los peces y otros organismos mueren por asfixia.

La fauna acuática es particularmente sensible a los plaguicidas porque experimentan una exposición crónica. Los peces, por ejemplo, están expuestos a los plaguicidas a través de las branquias, la piel y la boca, y pueden bioacumular estos productos químicos en sus tejidos. Las branquias son órganos muy importantes en los peces, clave para su respiración y funciones de regulación, y la dificultad respiratoria es uno de los primeros síntomas del envenenamiento por plaguicidas. Las ranas también son particularmente sensibles a la contaminación química acuática, ya que pasan su fase embrionaria y la metamorfosis en el agua. De forma similar a las larvas de los peces, después de que los huevos eclosionan, los renacuajos tienen una piel muy delgada que los productos químicos pueden atravesar²⁰. Si estas sustancias químicas interfieren con el sistema hormonal de los embriones, pueden afectar gravemente a la reproducción y al desarrollo, además de generar otros trastornos. Hoy en día se reconoce que varios plaguicidas tóxicos para los óvulos y embriones de peces, anfibios e invertebrados pueden causar “efectos teratogénicos”, malformaciones que afectan a la población de las especies afectadas²¹. Además, una creciente evidencia muestra que las especies de anfibios que viven en regiones de agricultura intensiva manifiestan anomalías en el desarrollo y la reproducción, como extremidades deformadas y falta de diferenciación sexual (intersex)²². En peces, anfibios y organismos acuáticos juveniles y adultos, muchos plaguicidas pueden afectar al hígado, un órgano que desempeña funciones vitales como el metabolismo y la desintoxicación de xenobióticos (sustancias químicas extrañas que entran en el organismo), la síntesis de varios componentes del plasma sanguíneo, la liberación de glucosa a la sangre, etc.²³. Los plaguicidas pueden afectar el sistema inmune de los animales acuáticos haciéndolos más susceptibles a las enfermedades o a la exposición a otros contaminantes. De hecho, varios de los efectos adversos observados en la vida silvestre no pueden atribuirse a la exposición a un solo plaguicida sino a una mezcla de plaguicidas y otras presiones de origen humano. De hecho, se ha detectado que las mezclas de plaguicidas causan efectos adversos a dosis más bajas que los compuestos individuales solos y en muchos casos, las mezclas pueden causar efectos adversos completamente diferentes^{24, 25}.

19 Knauer K, Hommen U. Sensitivity, variability, and recovery of functional and structural endpoints of an aquatic community exposed to herbicides. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2012;78:178–83. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22153306>

20 Hamlin HJ, Guillette LJ. Birth Defects in Wildlife: The Role of Environmental Contaminants as Inducers of Reproductive and Developmental Dysfunction. *Syst Biol Reprod Med*, 2010;56(2):113–21. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/19396360903244598>

21 Pašková V, Hilscherová K, Bláha L. Teratogenicity and Embryotoxicity in Aquatic Organisms After Pesticide Exposure and the Role of Oxidative Stress. *Rev Environ Contam Toxicol*, 2011 p. 25–61. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21287390>

22 Mann RM, Hyne RV, Choung CB, Wilson SP. Amphibians and agricultural chemicals: Review of the risks in a complex environment. *Environ Pollut*, 2009;157(11):2903–27. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19500891>

23 van der Oost R, Beyer J, Vermeulen NP. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environ Toxicol Pharmacol* [Internet]. 2003;13(2):57–149. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1382668902001266>

24 1. Mann RM, Hyne RV, Choung CB, Wilson SP. Amphibians and agricultural chemicals: Review of the risks in a complex environment. *Environ Pollut*, 2009;157(11):2903–27. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19500891>

25 Chaturvedi AK. Toxicological evaluation of mixtures of ten widely used pesticides. *J Appl Toxicol*, 1993;13(3):183–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8326087>

1.3 Efectos de los plaguicidas en la salud humana

La peligrosidad para la salud humana de los plaguicidas también es bien conocida. Los envenenamientos por plaguicidas, en particular en países en vías de desarrollo, sigue siendo un grave problema de salud. En algunos países los fallecimientos por envenenamientos superan a los causados por enfermedades infecciosas. Debido al uso masivo de estas sustancias, las y los agricultores, sus familias y las poblaciones de áreas rurales están expuestas rutinariamente a plaguicidas²⁶. Además, la continua exposición de toda la población a mezclas de bajas concentraciones de plaguicidas presentes en los alimentos, el agua y el aire está relacionada con el incremento de importantes daños a la salud y enfermedades. En este sentido, se puede hablar de problemas de salud reproductiva (ej., infertilidad, malformaciones congénitas), tumores y otras enfermedades en órganos hormono-dependientes (mama, próstata, testículo, tiroides), enfermedades metabólicas (diabetes, obesidad), enfermedades inmunológicas y alteraciones en el desarrollo del sistema neurológico, entre otras, según advierte un estudio reciente de la Organización Mundial para la Salud (OMS)²⁷.

Un grupo de sustancias plaguicidas especialmente preocupantes para la salud humana y para los ecosistemas son aquellos capaces de alterar el sistema hormonal, conocidos como disruptores endocrinos o contaminantes hormonales (EDC por sus siglas en inglés). Los disruptores endocrinos interfieren la acción natural de las hormonas, alteran el equilibrio hormonal y pueden alterar la fisiología a lo largo de la vida de un individuo, desde el desarrollo fetal hasta la edad adulta²⁸. Si la alteración se produce durante la formación de órganos, por ejemplo, durante el desarrollo fetal, puede dar lugar a mal-formaciones, patologías o enfermedades irreversibles. Algunos EDC pueden producir cambios epigenéticos²⁹, esto es, modificaciones en la expresión de los genes que se pueden transmitir a los descendientes, dando lugar a efectos adversos en hijos o nietos de individuos expuestos.

26 United Nations General Assembly. Report of the Special Rapporteur on the right to food. Human Rights Council Thirty-fourth session. 27 February-24 March 2017

27 Bergman A, Heindel JJ, Jobling S, et al, editors. State of the science of endocrine disrupting chemicals – 2012. Geneva: UNEP/WHO; 2013. Disponible en: <http://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/index.html>

28 A. C. Gore, V. A. Chappell, S. E. Fenton, J. A. Flaws, A. Nadal, G. S. Prins, J. Toppari, and R. T. Zoeller. Endocrine Society statement 2EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine Disrupting Chemicals. (Endocrine Reviews 36: E1–E150, 2015) doi: 10.1210/er.2015-1010

29 Las modificaciones epigenéticas son cambios en la expresión de los genes que no se deben a modificaciones de la secuencia de ADN (no se deben a mutaciones). Existen varios mecanismos de cambios epigenéticos, incluyendo la metilación de residuos de citosina en el ADN, modificación de histonas o la alteración de la expresión de microARN.

2/ Metodología

Qué hemos hecho

Los datos presentados en este informe proceden de los programas de muestreo de plaguicidas en aguas llevados a cabo por las Confederaciones Hidrográficas.

La Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE (DMA)³⁰, así como la Directiva 2006/11/CE sobre la protección del medio acuático frente a los vertidos de sustancias peligrosas³¹ y la Directiva 2013/39/UE sobre las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas³², obligan a los Estados miembros a establecer estaciones de vigilancia para el control de la contaminación causada en el medio acuático (agua, sedimentos y biota) por sustancias peligrosas aguas abajo de sus puntos de emisión.

En el estado español, las Confederaciones Hidrográficas son las autoridades encargadas de vigilar la calidad de las aguas. El Real Decreto 817/2015, que traspone a la legislación española las normas contenidas en la Directiva 2013/39/UE, establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. La normativa diferencia los siguientes grupos de sustancias a analizar:

Sustancias prioritarias: son las sustancias que se considera que presentan un riesgo significativo para el medio acuático comunitario. Entre estas sustancias se encuentran las sustancias peligrosas prioritarias.

Sustancias peligrosas prioritarias: sustancias o grupos de sustancias que son tóxicas, persistentes y bioacumulables, así como otras sustancias o grupos de sustancias que entrañan un nivel de riesgo análogo.

Sustancias preferentes: son las sustancias que presentan un riesgo significativo para las aguas superficiales españolas debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación o por la importancia de su presencia en el medio acuático.

La tabla 2.1 incluye el listado de las sustancias plaguicidas, prioritarias y preferentes, que las diferentes confederaciones hidrográficas tienen la obligación de analizar. Además, voluntariamente, algunas Confederaciones llevan a cabo análisis de otros plaguicidas y algunas, como la Confederación Hidrográfica del Ebro, han establecido una red específica de control de plaguicidas.

30 Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. OJ L 327, 22.12.2000, p. 1-73

31 Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad. DOUE-L-2006-80414

32 Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de agosto de 2013, por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. DOUE-L-2013-226-R-0001-01

Tabla 2.1 Listado de las sustancias plaguicidas, prioritarias y preferentes

Nº CAS	Nº UE	Nombre	Clase de sustancia
15972-60-8	240-110-8	Alacloro	Prioritaria
		Antraceno	Peligrosa prioritaria
1912-24-9	217-617-8	Atrazina	Prioritaria
470-90-6	207-432-0	Clorfenvinfós	Prioritaria
309-00-2		Aldrina	otro contaminante
60-57-1		Dieldrina	otro contaminante
72-20-8		Endrina	otro contaminante
465-73-6		Isodrina	otro contaminante
		DDT total	otro contaminante
50-29-3		P-p'-DDT	otro contaminante
2921-88-2	220-864-4	Clorpirifós (clorpirifós-etilo)	Prioritaria
330-54-1	206-354-4	Diurón	Prioritaria
115-29-7	204-079-4	Endosulfán	Peligrosa prioritaria
34123-59-6	251-835-4	Isoproturón	Prioritaria
118-74-1	204-273-9	Hexaclorobenceno	Peligrosa prioritaria
608-73-1	210-168-9	Hexaclorociclohexano	Peligrosa prioritaria
122-34-9	204-535-2	Simazina	Prioritaria
1582-09-08	216-428-8	Trifluralina	Peligrosa prioritaria
115-32-2	204-082-0	Dicofol	Peligrosa prioritaria
87-86-5		Pentaclorofenol	Prioritaria
124495-18-7	No aplicable	Quinoxifeno	Peligrosa prioritaria
74070-46-5	277-704-1	Acclonifeno	Prioritaria
42576-02-3	255-894-7	Bifenox	Prioritaria
28159-98-0	248-872-3	Cibutrina	Prioritaria
52315-07-8	257-842-9	Cipermetrina ¹¹	Prioritaria
62-73-7	200-547-7	Diclorvós	Prioritaria
886-50-0	212-950-5	Terbutrina	Prioritaria
51218-45-2		Metalocloro	Preferente

** Sustancias identificadas como nuevas sustancias en la Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de agosto de 2013. Las NCA de las nuevas sustancias tendrán efecto a partir del 22 de diciembre de 2018, con objeto de lograr el buen estado químico de las aguas superficiales en relación con dichas sustancias a más tardar el 22 de diciembre de 2027 y evitar el deterioro del estado químico de las masas de agua superficial en relación con dichas sustancias.

En base a la Ley 27/06 que regula el acceso público a la información ambiental³³, Ecologistas en Acción solicitó por escrito a todas las Confederaciones Hidrográficas los resultados de las analíticas realizadas en los 5 últimos años de las sustancias prioritarias en el ámbito de la Política de Aguas. Así como de las sustancias plaguicidas que se sabe o se sospecha que son disruptoras endocrinas³⁴.

³³ LEY 27/06, de 18 de Julio, de Información, Participación y Justicia en Medio Ambiente (BOE 19/7/06),-LIPJ-.

³⁴ Aquellas incluidas en la tabla 4 Pág. 115 del Anexo 5 del Documento de Trabajo de la Comisión Europea COM (2016) 350 final (Anexo I).

La tabla 2.2 resume las contestaciones recibidas. Se han recibido datos de 10 confederaciones hidrográficas. Los datos enviados por Baleares y Cataluña no han sido de utilidad y el resto de confederaciones no han contestado a nuestra petición de información, infringiendo por tanto la citada legislación.

Tabla 2.2. Contestaciones de las Confederaciones Hidrográficas.

Demarcación	Contestación	Información enviada
Baleares	sí	Envío de un informe sin información relevante
Canarias	no	
Cantábrico	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias aguas superficiales
C.I.Cataluña	sí	No fue posible obtener información de la base de datos a la que nos remitieron
Duero	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias aguas superficiales
Ebro	sí	Datos analíticos de aguas superficiales y resultados de la red de control de plaguicidas
Galicia Costa	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias aguas superficiales y de 41 sustancias de su programa de vigilancia de plaguicidas.
Guadalquivir	no	
Guadalete-Barbate	no	
Guadiana	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias aguas superficiales y 10 plaguicidas adicionales.
Júcar	sí	Datos analíticos de programa de vigilancia y programa operativo de calidad de aguas superficiales.
C.Mediterráneas Andaluzas	no	
Miño-Sil	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias aguas superficiales
C.I.País Vasco	sí	Resultados red de control de aguas subterráneas y superficiales.
Segura	sí	Valores de la red de control de estado químico.
Tajo	sí	Resultados analíticos sustancias prioritarias y preferentes en aguas superficiales
Tinto-Odiel-Piedras	no	

De la información recibida se han extraído los datos relativos a plaguicidas analizados durante los años 2012 y 2016. Se considera que se ha detectado una sustancia plaguicida cuando las concentraciones son superiores al límite de cuantificación (LC). Para una misma sustancia, los LC varían entre Confederaciones e incluso entre años o estaciones de muestreo para una misma confederación. Por ejemplo, en la Cuenca del Segura, para los mismos plaguicidas se utilizaron en el año 2016 dos límites de detección 0,02 y 0,001 microgramos/l. Evidentemente, de haberse utilizado únicamente el valor inferior en todas las mediciones, se podrían haber detectado un número mayor de plaguicidas. Por ello, los resultados de número de plaguicidas detectados deben considerarse como un número mínimo.

Para simplificar la presentación de los resultados conjuntos de las 10 Demarcaciones Hidrográficas estudiadas, se han agrupado los diferentes isómeros de DDT, DDD y DDE (o,p y p,p'); heptacloro hepóxido (a y b) y clorpirifós (etil y metil).

Se ha consultado (noviembre de 2017) si los plaguicidas están autorizados o no y su uso principal en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente³⁵.

Para identificar si las sustancias activas detectadas en las aguas superficiales son disruptores endocrinos se ha consultado las siguientes fuentes:

EU_IA_1; EU_IA_2; EU_IA_3 : sustancias incluidas en la tabla 4 del Anexo 5 del Documento de Trabajo de la Comisión Europea COM (2016) 350 final (http://ec.europa.eu/health/sites/health/files/endocrine_disruptors/docs/2016_impact_assessment_en.pdf)

PAN: sustancias identificadas como EDC por Pesticide Action Network Europe <http://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/reports/pane-2015-pan-europe-impact-assessment-of-the-endocrine-disrupting-pesticides.pdf>

TEDEX: sustancias incluidas en el listado de potenciales EDC recopilado por The Endocrine Disruption Exchange <https://endocrinedisruption.org/interactive-tools/tedx-list-of-potential-endocrine-disruptors/search-the-tedx-list>

También, se han comparado las concentraciones detectadas con la Norma de Calidad Ambiental expresada como la Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA), según los Anexos IV y V del RD 817/2015. No se ha calculado la media anual (NCA-MA).

35 <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>

3/Resultados. Plaguicidas en los ríos españoles

3.1 Plaguicidas analizados y detectados

Durante los años 2012 y 2016 se detectaron, respectivamente, 46 y 47 sustancias activas plaguicidas diferentes en el conjunto de las Demarcaciones Hidrográficas analizadas. Se puede consultar en el Anexo I y II el listado de los plaguicidas analizados y detectados en cada cuenca hidrográfica en 2012 y 2016.

La tabla 3.1. recoge el número de sustancias plaguicidas analizadas (en negro) y de-tectadas (en azul) por los Programas de Vigilancia de la calidad de las aguas superficiales de las 10 cuencas estudiadas.

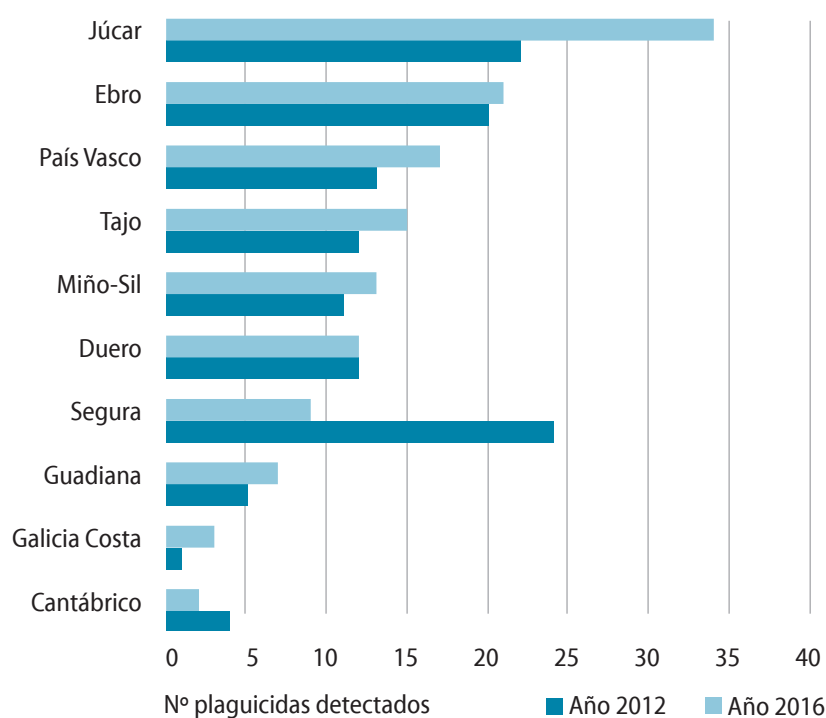
Tabla 3.1 Cantidad de sustancias plaguicidas analizadas y detectadas (en azul) en cada Cuenca hidrográfica

	Total Cuenas		Cantábrico*		Duero		Ebro		Galicia costa**		Guadiana		Júcar		Miño-Sil		País Vasco		Segura		Tajo	
2012	95	46	24	4	32	12	35	20	47	1	25	5	45	22	35	11	51	13	65	24	17	12
2016	104	47	21	2	34	12	37	21	55	3	27	7	57	34	58	13	55	17	57	9	17	15

* Los datos de la cuenca del Cantábrico corresponden a los años 2012 y 2015

**Los datos de Galicia corresponden a los años 2013 y 2016

Figura 3.1 N.º de plaguicidas detectados en cada cuenca hidrográfica



3.2 Características de los plaguicidas detectados

El año 2016 se detectaron en total 47 sustancias activas (o metabolitos de estas) en los ríos españoles analizados (Tabla 3.2). La mayoría de los plaguicidas detectados son insecticidas y herbicidas (Figura 3.2.).

Solamente 11 de las sustancias detectadas están registradas para uso fitosanitario y 1 para uso como biocida en España (es decir, son de uso legal). Esto es, el uso de la amplia mayoría de las sustancias detectadas en las aguas superficiales (el 70%) está prohibido. Además, 26 de las sustancias detectadas han sido identificados como disruptores endocrinos o posibles disruptores endocrinos por distintas fuentes, según refleja también la tabla 3.2.

Figura 3.2 Usos de las sustancias detectadas en aguas superficiales, 2016

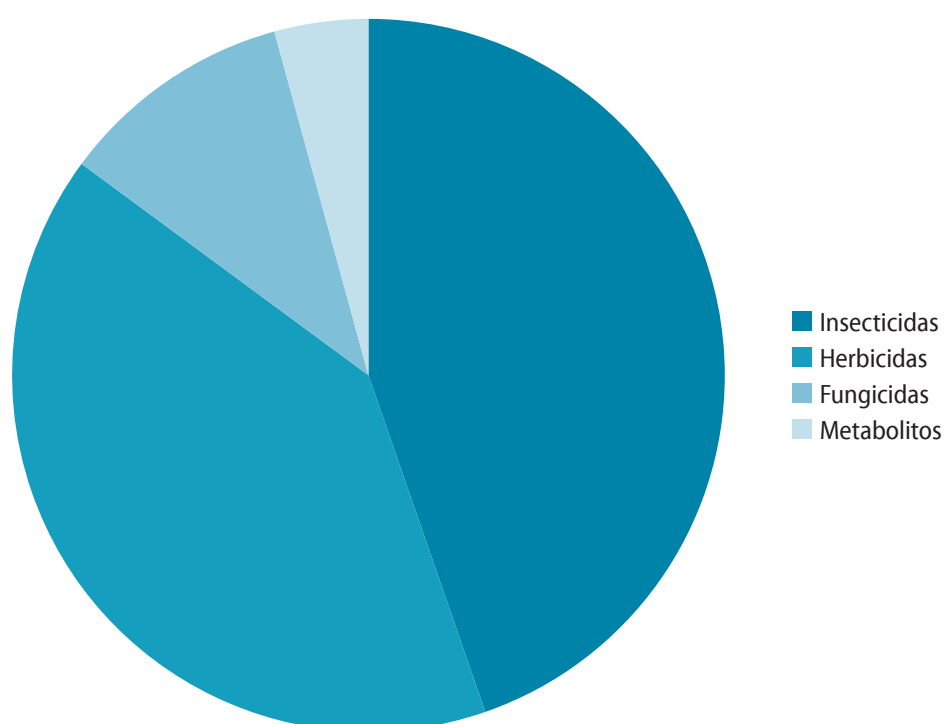


Tabla 3.2 Características de las sustancias activas detectadas en 2016

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA			Uso	Registrado (su uso es legal)	Prioritaria agua si/no	EDC (a)	NCA -CMA(b) microgr/l
3,4-DICLOROANILINA	1	1	(metabolito de diurón)	no			
ACLONIFEN	3	1	herbicida	si/ Fitosanitario	si		0,12
ALACLORO	10	5	herbicida	no	si	TEDEX	0,7
ALFA-HCH	10	5	insecticida	no	si	TEDEX	0,04*
ANTRACENO	7	4	insecticida	no	no		0,4
ATRAZINA	8	5	herbicida	no	si	TEDEX	2,0
BETA-HCH	10	6	insecticida	no	si	TEDEX	0,04*
BUTÓXIDO DE PIPERONILO (PBO)	1	1	insecticida	si/biocida	no		
CIS-1,3 DICLOROPROPENO	1	1	fungicida	no	no		
CLOROFENVINFOS	10	2	insecticida	no	si		0,3
CLORPIRIFOS	10	8	insecticida	si/ Fitosanitario	si	EU_IA_3	0,1
CLOROTOLURON	1	1	herbicida	si/ Fitosanitario	no	TEDEX	
DDD	5	1	insecticida	no	no	TEDEX	
DDE	6	3	Metabolito DDT	no	no		
DDT	6	2	insecticida	no	no	TEDEX	
DDTS DIRECTIVA 86/280/CEE SUMA MÁXIMA	4	2	insecticida	no	no	TEDEX	
DELTA-HCH	10	4	insecticida	no	si	TEDEX	0,04*
DESETILATRAZINA	3	2	herbicida	no	no	TEDEX	
DEISOPROPILATRAZINA	2	1	herbicida	no	no	TEDEX	
DIAZINON	4	2	insecticida	no	no	PAN	
DIELDRIN	6	1	insecticida	no	no	TEDEX	
DIMETOATO	2	1	insecticida	si	no	EU_IA_2	
DIURON	8	7	herbicida	no	si	EU_IA_3	1,8
ENDOSULFAN	10	4	insecticida	no	si	TEDEX	0,01
ENDOSULFAN SULFATO	9	2	insecticida	no	si		0,01**
EPSILON-HCH	3	2	insecticida	no	si		0,04*

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA			Uso	Registrado (su uso es legal)	Prioritaria agua si/no	EDC (a)	NCA-CMA(b) microgr/l
GAMMA HCH	10	5	insecticida	no	si	TEDEX	0,04*
GLIFOSATO	5	3	herbicida	si/ Fitosanitario	no	EU_IA_2	
HCH SUMA	6	4	insecticida	no	si		0,04*
HEXACLOROBENCENO	8	3	insecticida	no	si		0,05
IMAZALIL	4	3	fungicida	si/ Fitosanitario	no	EU_IA_3	
ISOPROTURON	8	5	herbicida	no	si	EU_IA_2	1
LINURON	3	3	herbicida	si/ Fitosanitario	no	EU_IA_1	
METOLACOLORO	6	4	herbicida	no	no	TEDEX	
METRIBUZINA	3	1	herbicida	si/ Fitosanitario	no		
MOLINATO	3	1	herbicida	no	no		
OXIFLUORFEN	3	2	herbicida	si/ Fitosanitario	no		
P,P'-DICOFOL	4	1	insecticida	no	si		
PENTACLOROFENOL	5	1	fungicida y bactericida	no	si	TEDEX	1
PIRIMETANIL	1	1	fungicida	si/ Fitosanitario	no		
PIRIMIFOS METIL	2	1	insecticida	no	no	EU_IA_3	
SIMAZINA	10	4	herbicida	no	si		4
TERBUTILAZINA	10	6	herbicida	si/ Fitosanitario	no	EU_IA_2	
TERBUTRINA	8	3	herbicida	no	si	PAN	0,34
TIABENDAZOL	2	1	fungicida	si/ Fitosanitario	no		
TRIETAZINA	4	1	herbicida	no	no		
TRIFLURALINA	10	4	herbicida	no	s	TEDEX	

* Límite para HCH

**Límites para endosulfán

*** Suma plaguicidas tipo ciclodieno

(a) EDC; identificación de las sustancias como disruptores endocrinos según las siguientes fuentes.

EU_IA_1; EU_IA_2; EU_IA_3 : sustancias incluidas en la tabla 4 del Anexo 5 del Documento de Trabajo de la Comisión Europea COM (2016) 350 final

PAN: sustancias identificadas como EDC por Pesticide Action Network Europe

TEDEX: sustancias incluidas en el listado de potenciales EDC recopilado por the Endocrine Disruption Exchange

(b) Norma de Calidad Ambiental expresada como la Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA)

3.3 Plaguicidas más frecuentes

La Figura 3.3. refleja las sustancias activas detectadas en el mayor número de cuencas hidrográficas.

De las sustancias que más se han detectado en los ríos españoles (Fig. 3.3), sólo una es de uso permitido, el clorpirifós. Todas las sustancias detectadas en mayor frecuencia son o se sospecha que son disruptores endocrinos, con excepción del hexaclorobenceno.

Figura 3.3 Sustancias detectadas en mayor número de cuencas, 2016

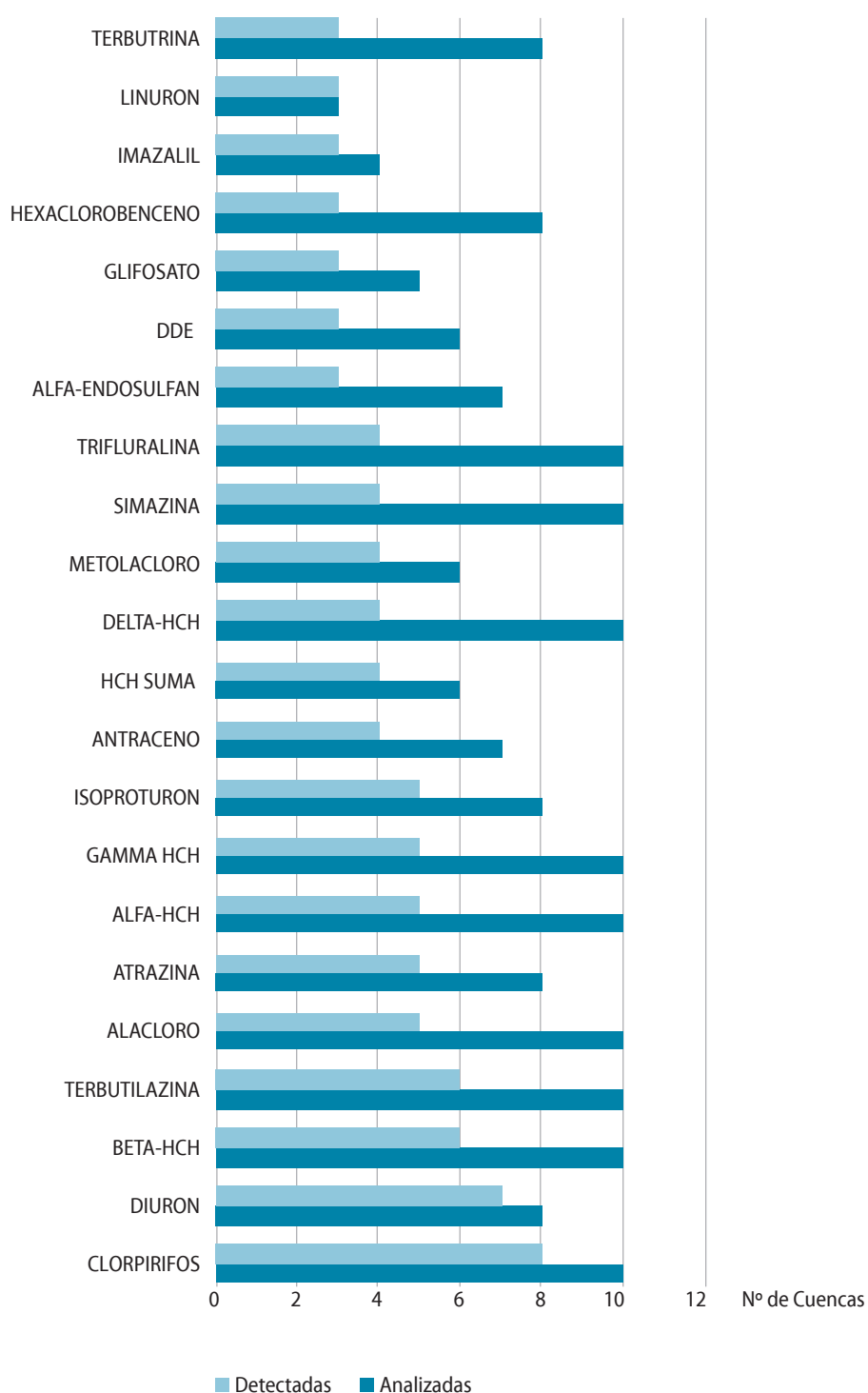


Tabla 3.3 Sustancias detectadas en mayor frecuencia en cada cuenca en 2012 y 2016 y concentraciones mínimas y máximas detectadas. En rojo las mediciones que superan la Norma de Calidad Ambiental.

Cuenca	Sustancia	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
		2012	2016
Cantabria	ANTRACENO	5/82 (0,03-0,724)	1/67 (0,045)
	TERBUTILAZINA	3/79 (0,037-0,054)	0/42
Duero	LINDANO (GAMMA-HCH)	121/483 (0,00023-0,012)	0/676
	ISOPROTURON	33/224 (0,051- 5,98)	87/680 (0,00964- 2,4869)
	TERBUTILAZINA	16/194 (0,00916-0,531)	49/680 (0,0052-0,128)
	SIMAZINA	15/369 (0,0085-0,5)	15/680 (0,0075-0,205)
Ebro	A-HCH	2/379 (0,042-0,25)	26/312 (0,005-3,9)
	G-HCH (LINDANO)	2/379 (0,029-0,430)	20/312 (0,0035-0,28)
	CLORPIRIFOS	36/244 (0,015- 2,04)	15/231 (0,016- 0,165)
	DESETILTRAZINA	53/244 (0,03-0,189)	10/231 (0,03-0,061)
	ISOPROTURÓN	4/244 (0,035- 0,778)	2/231 (0,059-0,063)
	METOLACOLORO	75/244 (0,007- 5,25)	99/231 (0,005- 4,2)
	TERBUTILAZINA	164/244 (0,002-1,78)	114/232 (0,02-1,12)
Galicia	OXIFLUORFEN	0/1	8/123 (0,01-0,088)
Guadiana	TERBUTILAZINA	282/381 (0,01-48)	171/473 (0,02-2,38)
Júcar	BETA-ENDOSULFAN	24/138 (0,0005- 0,05)	107/356 (0,0006-0,02)
	CLORPIRIFOS	113/203 (0,007- 1,4)	233/428 (0,005- 46)
	DDTS (SUMA MÁXIMA)	82/166 (0,0006-0,1)	350/350 (0,02-0,4)
	DESETILTRAZINA	sin datos	73/338 (0,01-0,12)
	DIURON	51/134 (0,011-0,33)	54/218 (0,011-0,23)
	ENDOSULFAN SULFATO	15/138 (0,0005-0,0034)	42/356 (0,0005-0,009)
	GLIFOSATO	48/48 (0,03-1,7)	48/48 (0,13-3,6)
	HCH SUMA MÁXIMA	152/152 (0,002- 0,4)	380/380 (0,002- 0,4)
	IMAZALIL	no data	197/338 (0,01-9)
	LINDANO (GAMMA-HCH)	28/225 (0,0005- 1,2)	105/454 (0,0005-0,04)
	METOLACOLORO	6/78 (0,0006-0,06)	90/356 (0,0006-0,5)
	TERBUTILAZINA	57/120 (0,01-2,2)	41/341 (0,01-0,37)
	TIABENDAZOL	sin datos	183/338 (0,01-5)
Miño-Sil	TRIFLURALINA	2/148 (0,0012-0,0017)	40/382 (0,0005-0,018)
	BETA-HCH	26/184 (0,017- 0,11)	26/292 (0,016- 0,705)
	HCH SUMA MÁXIMA	sin datos	23/286 (0,016- 0,0705)
País Vasco	METOLACOLORO	10/126 (0,012-0,24)	27/286 (0,0109-0,429)
	ALFA-HCH	6/361 (0,016-0,074)	40/779 (0,00026-0,11442)
	BETA-HCH	7/334 (0,005-0,035)	52/779 (0,0016-0,15728)
	DELTA-HCH	2/334 (0,05-0,064)	36/179 (0,0108-0,0619)
	GAMMA HCH	19/361 (0,001-0,035)	23/840 (0,00105-0,0166)
	HCH (SUMA ISÓMEROS)	5/236 (0,014-0,057)	53/707 (0,00026-0,29)
	CLORPIRIFÓS ETIL	0/204	18/674 (0,0105-0,19)
	GLIFOSATO	8/54 (0,06-0,68)	13/73 (0,1-1,68)
Segura	METOLACOLORO	1/204 (0,12)	11/495 (0,0106-0,0619)
	CLORPIRIFOS	93/315 (0,01-1,48)	55/160 (0,00113- 0,54)
	DDTS SUMA MÁXIMA	162/234 (0,08)	98/99 (0,08)
	HCH SUMA MÁXIMA	162/162 (0,08- 0,093)	98/98 (0,08)
Tajo	PIRIMETANIL	45/162 (0,02-0,71)	30/115 (0,02-2,77)
	GAMMA HCH	0/171	15/420 (0,001-0,18)
	CLORPIRIFOS	18/171 (0,01-0,05)	177/421 (0,001-0,027)
	DIURÓN	59/171 (0,01-0,12)	88/421 (0,01-0,8)
	GLIFOSATO	85/171 (0,037-1)	263/421 (0,05-7,4)

Entre paréntesis aparecen las concentraciones mínimas y máximas encontradas. En azul los resultados que exceden la concentración máxima admisible para cada sustancia.

3.4 Resultados por Demarcaciones Hidrográficas

3.4.1 Demarcación Hidrográfica del Cantábrico

En las cuencas cántabras se analizaron 24 plaguicidas el año 2012 y 21 el año 2015 (no estaban disponibles los datos de 2016). En 2012 se detectaron 4 sustancias, sobrepasándose el límite legal en una ocasión para endosulfán sulfato. En 2015 solo se detectaron 2 sustancias, el antraceno y gamma-HCH (lindano) en una de las 112 muestras analizadas.

Tabla 3.4 Plaguicidas detectados en la Cuenca Hidrográfica del Cantábrico

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2015
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/112	0/42
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/111	0/42
ANTRACENO	0,4		no	5/82 (0,03-0,724)	1/67 (0,045)
ATRAZINA	2	TEDEX	no	0/109	0/42
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/110	0/42
CLOROFENVINFOS	0,3		no	0/112	0/42
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	0/112	0/42
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/111	0/42
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	1/30 (0,04)	no data
ENDOSULFÁN (A+B+SULFATO)	0,01		no	0/30	no data
ENDOSULFAN I	0,01		no	0/112	0/42
ENDOSULFAN II	0,01		no	0/112	0/42
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	1/112 (0,08)	0/42
GAMMA HCH	0,04*	TEDEX	no	0/112	1/42 (0,0105)
HEPTACLORO				0/112	0/42
HEPTACLORO EPÓXIDO				0/112	0/42
HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH) (SUMA ISÓMEROS)				0/81	0/41
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	0/30	no data
MALATION				0/112	0/42
SIMAZINA	4		no	0/109	0/42
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si/ Fitosanitario	3/79 (0,037-0,054)	0/42
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/109	0/42
TRIBUTILESTAÑO				0/6	0/6
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/112	0/42

3.4.2 Demarcación Hidrográfica del Duero

En la Demarcación Hidrográfica del Duero se detectaron 12 plaguicidas de los 32 analizados en 2012 y 12 de los 34 analizados en 2016. Los plaguicidas detectados en mayor frecuencia en 2012 fueron lindano, isoproturón, terbutilazina y simazina y en 2016 isoproturón, terbutilazina, simazina y clorpirifós.

De los herbicidas detectados (isoproturón, terbutilazina, simazina) sólo está permitido el uso de uno de ellos, terbutilazina. A pesar de estar prohibido su uso, el isoprotutón, es la sustancia que se detecta con mayor frecuencia en los dos años y además, en las concentraciones más elevadas, superándose los límites legales ambos años. Diez de las 12 sustancias detectadas en 2016 se sabe o se sospecha que son disruptores endocrinos

Tabla 3.5 Plaguicidas detectados en la Demarcación Hidrográfica del Duero

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	1/340 (0,0663)	0/680
ALFA-CIPERMETRINA				no data	0/637
ALFA-ENDOSULFAN	0,01	TEDEX	no	0/335	0/680
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	9/483 (0,00026-0,0018)	0/680
ANTRACENO	0,4		no	0/144	0/680
ATRAZINA	2	TEDEX	no	7/369 (0,00721-4,09)	5/677 (0,01037-0,04268)
BETA-ENDOSULFAN	0,01		no	0/340	0/680
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	5/483 (0,0017-0,0043)	0/680
CLOROFENVINFOS	0,3		no	1/436 (0,065)	0/680
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	0/343 (0,00628)	18/680 (0,00303-0,01)
CLORPIRIFOS-METIL				0/146	0/640
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/483	0/680
DICLORVOS				0/89	0/640
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	7/224 (0,00926-5,125)	4/680 (0,0145-0,08176)
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/353	0/676
HEPTACLORO				0/148	0/640
HEPTACLORO EPOXIDO A				0/148	0/639
HEPTACLORO EPOXIDO B				no data	0/638
HEXACLOROBENCENO	0,05		no	0/483	1/680 (0,00139)
IMAZALIL		EU_IA_3	si/ Fitosanitario	no data	1/640 (0,011)
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	33/224 (0,051-5,98)	87/680 (0,00964-2,48)
LINDANO (GAMMA-HCH)	0,04*	TEDEX	no	121/483 (0,00023-0,012)	0/676
LINURON		EU_IA_1	si/ Fitosanitario	3/3 (0,0172-0,0267)	15/640 (0,00933-0,2761)
MALATION				0/148	0/640
METAZACLORO				0/11	0/640
PENDIMETALINA				0/162	0/640
PENTACLOROBENCENO				0/436	0/680
PENTACLOROFENOL	1	TEDEX	no	1/353 (0,402)	0/680
PIRIMIFOS METIL		EU_IA_3	no	0/89	1/639 (0,00253)
SIMAZINA	4		no	15/369 (0,0085-0,5)	15/680 (0,0075-0,205)
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si/ Fitosanitario	16/194 (0,00916-0,531)	49/680 (0,0052-0,128)
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/11	14/640 (0,003-0,011)
TRIBUTILESTAÑO				0/160	0/41
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/347	5/680 (0,0055-0,01)

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.3 Demarcación Hidrográfica del Ebro

En la Demarcación del Ebro se detectaron en 2012, 20 de los 35 plaguicidas analizados y en 2016, 21 de las 37 sustancias analizadas. Los plaguicidas detectados con mayor frecuencia en la cuenca del Ebro durante el año 2012 fueron los herbicidas terbutilazina, metalocloro, desetilatrazina y el insecticida clorpirifós. En 2016 fueron los herbicidas terbutilazina, metalocloro y el insecticida prohibido lindano y sus isómeros. Todas las sustancias detectadas en mayor frecuencia en 2012 y 2016 se sabe o sospecha que son disruptores endocrinos. Las concentraciones detectadas de lindano y clorpirifós, fueron muy elevadas en 2016, superándose en ocasiones la concentración máxima admisible. Se sabe o sospecha que 16 de las 21 sustancias detectadas en 2016 son disruptores endocrinos.

Tabla 3.6 Plaguicidas analizados y detectados en la Cuenca Hidrográfica del Ebro

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
3,4 DICLOROANILINA			no	6/121 (0,15- 3,1)	8/115 (0,142-0,73)
ALFA-ENDOSULFÁN	0,01	TEDEX	no	0/228	1/231 (0,017)
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	2/379 (0,042-0,25)	26/312 (0,005-3,9)
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/244	0/232
ALDRÍN				0/414	0/266
AMETRINA				0/1	0/1
ANTRACENO	0,4		no	1/185 (0,011)	7/58 (5-138) µg/Kg de peso s
ATRAZINA	2	TEDEX	no	12/244 (0,011-0,038)	6/231 (0,011-0,015)
BETA-ENDOSULFÁN	0,01		no	0/209	0/231
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	2/379 (0,107-0,166)	11/312 (0,0019-5)
CLORFENVINFOS	0,3		no	0/151	0/141
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	36/244 (0,015-2,04)	15/231 (0,016-0,165)
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	2/379 (0,197-0,58)	32/312 (0,0015-33) µg/Kg de peso s
DESETILATRAZINA		TEDEX	no	53/244 (0,03-0,189)	10/231 (0,03-0,061)
DIELDRÍN		TEDEX	no	0/414	0/266
DIMETOATO		EU_IA_2	si	1/121 (LC-0,1)	1/115 (LC-0,1)
DIURÓN	1,8	EU_IA_3	no	0/244	1/231 (0,048)
EPSILON-HCH	0,04*		no	no data	6/11 (0,0021-3,9)
ENDOSULFÁN SULFATO	0,01**		no	3/244 (0,006-0,012)	1/231 (0,007)
ENDRÍN				0/414	0/266
HEPTACLORO				0/1	0/139
HEPTACLORO-EPÓXIDO A				0/1	0/139
GAMMA-HCH (LINDANO)	0,04	TEDEX	no	2/379 (0,029-0,430)	20/312 (0,0035-0,28)
HEPTACLORO-EPÓXIDO B				0/3	0/139
HEXACLOROBENCENO	0,05		no	1/440 (15) µg/Kg de peso s	4/335 (13-22) µg/Kg de peso s
ISODRÍN				0/414	0/266
ISOPROTURÓN	1	EU_IA_2	no	4/244 (0,035-0,778)	2/231 (0,059-0,063)
METOLACLORO		TEDEX	no	75/244 (0,007-5,25)	99/231 (0,005-4,2)
MOLINATO			no	1/121 (LC-0,1)	1/115 (LC-0,1)
P,P'-DDE			no	4/421 (18-60) µg/Kg de peso s	10/277 (10-374) µg/Kg de peso s
P,P'-DDT		TEDEX	no	1/421 (42) µg/Kg de peso s	3/277 (22-72) µg/Kg de peso s
P,P'-DICOFOL			no	no data	0/139
PENTACLOROBENCENO				0/271	0/185
SIMAZINA	4		no	3/244 (0,03-0,034)	0/231
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	164/244 (0,002-1,78)	114/232 (0,02-1,12)
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/1	0/140
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/150	0/139

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.4 Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa

En la Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa se detectaron en 2012 solo 1 de las 47 sustancias plaguicidas analizadas y en 2016, solo 3 de las 55 sustancias analizadas. Los plaguicidas detectados en 2016 fueron el insecticida clorpirifós etil y dos herbicidas, el oxifluorfen y la trietazina, cuyo uso no está autorizado.. El clorpirifós es disruptor endocrino.

Tabla 3.7 Sustancias activas detectadas en la Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2013	2016
ALDRIN				0/24	0/139
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/24	0/139
ALFA-CLORDANO				0/24	0/139
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/24	0/139
ATRAZINA	2	TEDEX	no	0/24	0/139
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/24	0/139
BROMOFOS ETIL				0/24	0/139
CLOROFENVINFOS	0,3		no	0/24	0/139
CLORPIRIFOS ETIL	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	0/24	1/139 (0,004)
CLORPIRIFOS METIL				0/24	0/139
DDT TOTAL		TEDEX	no	0/24	0/139
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/24	0/139
DIAZINON		PAN	no	0/24	0/139
DIELDRIN		PAN	no	0/27	0/146
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/24	0/139
ENDOSULFAN-I				0/24	0/139
ENDOSULFAN-II				0/24	0/139
ENDRIN				0/24	0/139
ENDRIN CETONA				0/24	0/139
ETOPROFOS				0/24	0/139
FENAMIFOS				0/24	0/139
FENCLORFOS				0/24	0/139
FENITROTION				0/24	0/139
FONOFOS				0/1	0/119
FOSALONE				0/1	0/123

GAMMA HCH	0,04*	TEDEX	no	0/24	0/143
GAMMA-CLORDANO				0/24	0/143
HEPTACLORO				0/24	0/143
HEPTACLORO EPOXIDO				0/24	0/143
HEXACLOROBENCENO	0,05		no	0/24	0/143
HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH) (SUMA ISÓMEROS)				no data	0/2
ISODRIN				no data	0/2
MALATION				0/24	0/143
METOLACLORO		TEDEX	si/ Fitosanitario	0/1	0/123
METOXICLORO				0/24	0/140
METRIBUZINA			si/ Fitosanitario	0/1	0/123
MEVINFOS				0/1	0/123
OXIFLUORFEN			si/ Fitosanitario	0/1	8/123 (0,01-0,088)
P,P'-DDD + O,P'-DDT				0/1	0/123
P,P'-DDE			no	0/1	0/123
P,P'-DDT		TEDEX	no	0/24	0/143
PARATION				0/24	0/143
PARATION METIL				0/1	0/123
PENDIMETALINA				0/24	0/143
PENTACLOROBENCENO				0/1	0/124
PIRIMIFOS METIL		EU_IA_3	no	0/24	0/143
PROMETRINA				0/24	0/141
PROPAZINA				no data	0/109
PROPIZAMIDA				no data	0/107
SIMAZINA	4		no	no data	0/108
SIMETRINA				no data	0/109
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	no	no data	0/110
TRIAZOFOS				no data	0/108
TRIAZINA			no	2/24 (0,059-0,095)	2/252 (0,011-0,017)
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/24	0/142

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.5 Demarcación Hidrográfica del Guadiana

En la cuenca del Guadiana se detectaron en 2012, 5 de los 25 plaguicidas analizados y en 2016, 7 de las 27 sustancias analizadas. La sustancia detectada en mayor frecuencia en 2016 fue el herbicida terbutilazina, sustancia disruptora endocrina cuyo uso no está autorizado en España. Esta sustancia se detectó en 171 de las 473 muestras analizadas y en concentraciones de hasta 2,38 microgr/litro. Las otras sustancias detectas fueron el insecticida alacloro, también un disruptor endocrino cuyo uso no está autorizado y los herbicidas atrazina, diurón, isoproturón (todos ellos disruptores endocrinos) y oxifluorfen. El uso de ninguna de estas sustancias está autorizado.

Tabla 3.8 Sustancias activas detectadas en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	n.º detecciones/nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/380	0/473
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/381	1/473 (0,032)
ANTRACENO	0,4		no	0/408	0/461
ATRAZINA	2	TEDEX	no	10/381 (0,02-0,057)	3/473 (0,02-0,078)
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/380	0/473
CLOROFENVINFOS	0,3		no	0/380	0/473
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	0/380	0/473
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/380	0/473
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	9/380 (0,02-0,068)	4/473 (0,02-0,133)
ENDOSULFAN-I	0,01		no	0/380	0/473
ENDOSULFAN-II				0/380	0/473
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/380	0/473
GLIFOSATO		EU_IA_2	si/ Fitosanitario	no data	0/464
HEPTACLORO				0/381	0/473
HEPTACLORO EPOXIDO				0/380	0/473
HEXACLOROBENCENO	0,05		no	0/380	0/473
IMAZALIL		EU_IA_3	si/ Fitosanitario	0/380	0/473
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	12/380 (0,02-0,104)	2/473 (0,023-0,033)
LINDANO (GAMMA-HCH)	0,04*	TEDEX	no	0/381	0/473
MALATION				0/380	0/473
METILCLORPIRIFOS				0/380	0/473
OXIFLUORFEN			si/ Fitosanitario	no data	4/472 (0,023-0,382)
PENTACLOROBENCENO				0/380	0/473
SIMAZINA			no	22/381 (0,02-0,306)	0/473
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	282/381 (0,01-48)	171/473 (0,02-2,38)
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/381	0/473
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/380	1/473 (0,037)

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.6 Demarcación Hidrográfica del Júcar

En la cuenca del Júcar se realiza un amplio programa de muestreo de plaguicidas. En 2012, se detectaron 22 de los 45 plaguicidas analizados. En 2016 el número de plaguicidas detectados aumentó hasta 34 de los 57 plaguicidas analizados.

Las sustancias detectadas, con diferencia, en mayor frecuencia en 2016 fueron HCH y DDT. Estos insecticidas prohibidos se encontraron en todas las muestras analizadas (380 y 350 respectivamente). Además, se detectaron con una elevada frecuencia clorpirifós (detectado en 233 muestras), imazalil (en 197 muestras), tiabendazol (183 muestras), endosulfán (107 muestras), metalocloro (90 muestras), desetilatrazina (71 muestras), diurón (54), glifosato (detectado en las 48 muestras analizadas), terbutilazina (41) y tri-fluralina (40).

Además de detectarse un elevado número de plaguicidas, las concentraciones presentes son muy elevadas, superándose ampliamente el valor permitido en el caso de HCH, endosulfán, isoproturón y clorpirifós. La concentración máxima de clorpirifós detectada es de 46 microgr/L, esto es 460 veces el límite máximo permitido.

No está permitido el uso de dos tercios de las sustancias detectadas, esto es 22 de los 34 plaguicidas encontrados en 2016. Se sabe o sospecha que 21 de las 57 sustancias detectadas en 2016 son disruptores endocrinos.

Tabla 3.9 Sustancias activas detectadas en la Cuenca Hidrográfica del Júcar

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ACLONIFEN	0,12		si/ Fitosanitario	no data	1/29 (0,008)
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	5/123 (0,001-0,003)	6/256 (0,0007-0,018)
ALDRIN				1/109 (0,014)	0/391
ALFA-ENDOSULFAN	0,01	TEDEX	no	11/138 (0,0005-0,0032)	59/356 (0,0005-0,005)
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/197	3/426 (0,0013-3,6)
AMETRINA				0/17	0/15
ANTRACENO	0,4		no	2/167 (0,0006-12)	7/213 (0,0005-0,006)
BETA-ENDOSULFAN	0,01		no	24/138 (0,0005-0,05)	107/356 (0,0006-0,02)
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	4/197 (0,0005-0,0008)	45/426 (0,0005-0,015)
CLOROFENVINFOS	0,3		no	32/203 (0,005-0,4)	6/428 (0,006-0,022)
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si/ Fitosanitario	113/203 (0,007-1,4)	233/428 (0,005-46)
CLOROTOLURON		TEDEX	si/ Fitosanitario	no data	26/338 (0,012-1,2)
DDTS DIRECTIVA 86/280/CEE SUMA MÁXIMA			no	82/166 (0,0006-0,1)	350/350 (0,02-0,4)
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/197	0/426
DESETILATRAZINA		TEDEX	no	no data	73/338 (0,01-0,12)
DESIISOPROPILATRAZINA		TEDEX	no	no data	32/338 (0,01-0,05)
DIAZINON		PAN	no	no data	16/338 (0,012-0,37)
DICLORVOS				no data	0/35

DIELDRIN		PAN	no	5/152 (0,0007-1,7)	10/426 (0,0005-0,0011)
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	51/134 (0,011-0,33)	54/218 (0,011-0,23)
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	15/138 (0,0005-0,0034)	42/356 (0,0005-0,009)
ENDRIN				0/122	0/402
FENCLORFOS				0/17	0/15
FENITROTION				0/17	0/15
GLIFOSATO		EU_IA_2	si/ Fitosanitario	48/48 (0,03-1,7)	48/48 (0,13-3,6)
HCH SUMA MÁXIMA	0,04*		no	152/152 (0,002-0,4)	380/380 (0,002-0,4)
HEPTACLORO				0/17	0/64
HEPTACLORO-EPÓXIDO B - EXO				0/17	0/64
HEXACLOROBENCENO	0.05		no	3/167 (1,2-3)	2/402 (3,8-7)
IMAZALIL		EU_IA_3	si/ Fitosanitario	no data	197/338 (0,01-9)
ISODRIN				0/122	0/402
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	11/134 (0,018-0,08)	22/218 (0,011-3,1)
LINDANO (GAMMA-HCH)	0,04*	TEDEX	no	28/225 (0,0005-1,2)	105/454 (0,0005-0,04)
LINURON		EU_IA_1	si/ Fitosanitario	no data	17/338 (0,011-0,7)
MALATION				no data	0/338
METOLACLORO		TEDEX	no	6/78 (0,0006-0,06)	90/356 (0,0006-0,5)
MOLINATO			no	0/17	0/15
O,P'-DDT				0/122	0/402
OXIFLUORFEN				0/17	0/15
P,P'-DDD			no	0/122	2/402 (1,2 -3)
P,P'-DDE			no	20/122 (0,0006-9)	29/402 (0,0006-9)
P,P'-DDT			no	0/122	1/402 (0,0007)
P,P'-DICOFOL			no	no data	6/49 (0,0006-0,0011)
PARATION ETIL				0/47	0/39
P-DICLOROBENCENO				0/68	0/110
PENDIMETALINA				0/17	0/15
PENTACLOROBENCENO				0/167	0/402
PENTACLOROFENOL	1	TEDEX	no	0/69	0/65
PROMETRINA				0/17	0/15
QUINOXIFENO				no data	0/35
SIMAZINA	4		no	9/216 (0,012-0,035)	27/340 (0,01-0,9)
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	57/120 (0,01-2,2)	41/341 (0,01-0,37)
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/17	12/353 (0,012-0,07)
TIABENDAZOL			si/ Fitosanitario	no data	183/338 (0,01-5)
TRIBUTILESTAÑO				0/21	0/36
TRITAZINA			no	0/17	0/15
TRIFLURALINA		TEDEX	no	2/148 (0,0012-0,0017)	40/382 (0,0005-0,018)

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.7 Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil

En la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil se detectaron 11 de las 35 sustancias analizadas en 2012 y 13 de las 58 sustancias analizadas en 2016.

Los plaguicidas detectados en mayor frecuencia en 2016 fueron HCH (insecticida prohibido) y metalocloro, un herbicida autorizado.

No está autorizado el uso de cinco de las 13 sustancias detectadas. 5 de las sustancias detectadas son isómeros del HCH (gamma HCH) y sus residuos de producción (alfa, beta, delta y epsilon HCH). Las concentraciones de varios isómeros son muy elevadas, superándose el límite legal.

Se conoce o sospecha que 11 de las 13 sustancias detectadas en la cuenca del Miño-Sil son disruptores endocrinos.

Tabla 3.10 Sustancias activas detectadas en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ACLONIFEN	0,12		si/ Fitosanitario	no data	0/286
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/179	1/286 (0,0127)
ALDRIN				0/184	0/292
ALFA-ENDOSULFAN	0,01	TEDEX	no	0/184	0/292
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	6/185 (0,01-0,015)	2/291 (0,015- 0,016)
AMETRINA				no data	no data
ANTRACENO	0,4		no	0/157	0/249
ATRAZINA	2	TEDEX	no	0/179	no data
BETA-ENDOSULFAN	0,01		no	0/131	0/292
BETA-HCH	0,04*	TEDEX	no	26/184 (0,017-0,11)	26/292 (0,016-0,705)
CLOROFENVINFOS	0,3		no	1/179 (0,039)	0/286
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si	1/179 (0,013)	1/286 (0,0148)
DELTA-HCH	0,04	TEDEX	no	1/184 (0,012)	0/292
DESETILATRAZINA		TEDEX	no	no data	0/286
DESISOPROPILATRAZINA		TEDEX	no	no data	0/286
DIAZINON		PAN	no	no data	1/286 (0,127)
DICLORVOS				no data	0/286
DIELDRIN		PAN	no	0/184	0/292
DIMETOATO		EU_IA_2	si	no data	0/286
DISULFOTON				no data	0/286
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	43/126 (0,01-3,2)	6/286 (0,0633-0,541)
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/5	0/292
ENDRIN				0/184	0/292
FONOFOS				no data	0/286
HCH SUMA MÁXIMA	0,04	TEDEX	no	no data	23/286 (0,016-0,0705)

HEPTACLORO				0/131	0/292
HEPTACLORO EPOXIDO				0/5	0/292
HEPTACLORO-EPÓXIDO B				0/126	no data
HEXACLOROBENCENO				0/179	0/286
HEXACLOROCICLOHEXANO (SUMA ISÓMEROS)	0,04	TEDEX	no	3/5 (0,03-0,08)	2/6 (0,054-0,056)
IMAZALIL		EU_IA_3	si/ Fitosanitario	no data	2/286 (0,124-0,216)
ISODRIN				0/179	0/286
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	12/179 (0,015-0,2)	0/286
LINDANO (GAMMA-HCH)	0,04	TEDEX	no	1/196 (0,019)	0/292
LINURON		EU_IA_1	si	no data	2/286 (0,0918-0,123)
MALATION				no data	0/286
METOLACLORO		TEDEX	si	10/126 (0,012.0,24)	27/286 (0,0109-0,429)
METOXICLORO				0/5	0/292
METRIBUZINA			si/ Fitosanitario	no data	1/286 (0,0764)
MOLINATO			no	no data	0/286
O,P'-DDT		TEDEX	no	0/179	no data
P,P'-DDD			no	0/184	0/6
P,P'-DDE			no	0/184	0/6
P,P'-DDT		TEDEX	no	0/184	0/6
P,P'-DICOFOL			no	no data	0/286
PARATION ETIL				0/53	0/286
PARATION METIL				no data	0/286
P-DICLOROBENCENO				0/104	no data
PENTACLOROBENCENO				0/179	0/286
PENTACLOROFENOL	1	TEDEX	no	0/104	0/195
PIRIMICARB				no data	0/286
PROMETON				no data	0/286
PROMETRINA				no data	0/286
PROPAZINA				no data	0/286
PROPIZAMIDA				no data	0/286
QUINOXIFENO				no data	0/286
SECBUMETON				no data	0/286
SIMAZINA	4		no	0/179	0/286
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	no	37/179 (0,01-0,7)	1/286 (0,105)
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	no data	0/286
TIABENDAZOL			si/ Fitosanitario	no data	0/286
TRIEAZINA			no	no data	0/286
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/179	0/286

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.8 Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental del ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco

En la Demarcación Hidrográfica del País Vasco se detectaron 13 de las 51 sustancias analizadas en 2012 y 17 de las 55 sustancias analizadas en 2016.

Los plaguicidas detectados en mayor frecuencia en 2016 fueron varios isómeros de HCH (insecticida lindano y residuos de su producción), el insecticida clorpirifós y los herbicidas metolaclo y glifosato.

Se conoce o sospecha que 14 de las 17 sustancias detectadas en el País Vasco en 2016 son disruptores endocrinos.

No está autorizado el uso de 15 de las 17 sustancias detectadas en 2016. De las sustancias detectadas, 6 son isómeros del HCH, esto es, el insecticida prohibido lindano (gamma HCH) y sus residuos de producción (alfa, beta, delta y epsilon HCH). Las concentraciones de varios isómeros son muy elevadas, superándose el límite legal. También se supera el límite legal en el caso del insecticida clorpirifós.

Tabla 3.11 Sustancias activas detectadas en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental del ámbito de las Cuencas Internas del País Vasco

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
2, 4-DICLOROFENOXY ACETICO				0/40	0/35
44DDT+ENDOSULFAN SULFATO				0/27	0/35
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	0/128	1/674 (0,0197)
ALDICARBE				0/28	0/35
ALDRIN				0/245	0/711
ALFA-HCH	0,04	TEDEX	no	6/361 (0,016- 0,074)	40/779 (0,00026-0,11)
ANTRACENO	0,4		no	0/297	9/774 (0,0012-0,0171)
ATRAZINA	2	TEDEX	no	1/142 (0,04)	1/252 (0,04)
BETA-HCH	0,04	TEDEX	no	7/334 (0,005-0,035)	52/779 (0,0016-0,15)
CLOFENVINFOS	0,3		no	2/204 (0,03-0,05)	0/674
CIS-1,3 DICLOROPROPENO			no	0/128	1/155 (1,2)
CLOPIRALIDA				0/28	0/35
CLORPIRIFÓS ETIL	0,1	EU_IA_3	si	0/204	18/674 (0,0105-0,19)
CLORPIRIFÓS METIL				no data	0/179
DELTA-HCH	0,04	TEDEX	no	2/334 (0,05-0,064)	36/179 (0,0108-0,06)
DELTAMETRINA				0/28	0/35
DICLOFOP				0/28	0/35
DIELDRIN		PAN	no	0/245	0/711
DIFENOCONAZOL				0/28	0/35
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	13/100 (0,0312-0,22)	1/28 (0,0884)

ENDOSULFAN	0,01		no	no data	0/460
ENDOSULFAN-I	0,01		no	0/204	1/674 (0,00028)
ENDOSULFAN-II				0/204	0/495
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/176	0/460
ENDRIN				0/218	0/684
ENDRIN CETONA				0/28	0/35
EPSILON-HCH	0,04	TEDEX	no	no data	12/31 (0,0011-0,0053)
ETHOFUMESATE				0/28	0/35
ETIL-PARATION				no data	0/179
GAMMA HCH	0,04	TEDEX	no	19/361 (0,001-0,035)	23/840 (0,00105-0,0166)
GLIFOSATO		EU_IA_2	si	8/54 (0,06-0,68)	13/73 (0,1-1,68)
HALOXIFOP				0/28	0/35
HEPTACLORO				0/54	0/505
HEPTACLORO EPOXIDO				0/28	0/495
HEXACLOROBENCENO	0,05			0/219	0/665
HEXACLOROCICLOHEXANO (HCH) (SUMA ISÓMEROS)	0,04	TEDEX	no	5/236 (0,014-0,057)	53/707 (0,00026-0,29)
ISODRIN				0/245	0/711
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	2/128 (0,0579-0,38)	0/242
METALAXIL				0/28	0/35
METOLACLORO		TEDEX	no	1/204 (0,12)	11/495 (0,0106-0,0619)
METRIBUZINA			si/ Fitosanitario	0/54	0/45
O,P'-DDT		TEDEX	no	0/218	0/45
P,P'-DDT		TEDEX	no	0/245	0/711
PENTACLOROBENCENO				0/176	0/639
PENTACLOROFENOL	1	TEDEX	no	2/176 (0,13-0,6)	8/432 (0,102-0,443)
P,P'-DDD		TEDEX	no	0/231	0/62
P,P'-DDE			no	0/231	0/522
PROMETRINA				0/28	0/35
SECBUMETON				0/28	0/35
SIMAZINA	4		no	0/142	0/252
SUMA DE DDT			no	0/251	0/684
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	8/142 (0,04-0,8667)	0/73
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	0/54	1/73 (0,04)
TRIBUTILESTAÑO				0/176	0/28
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/100	0/639

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.9 Demarcación Hidrográfica del Segura

En la Demarcación Hidrográfica del Segura se detectaron 24 de las 65 sustancias analizadas en 2012 y 9 de las 57 sustancias analizadas en 2016.

Los plaguicidas detectados en mayor frecuencia en 2016 fueron varios isómeros de HCH (insecticida lindano y residuos de su producción) y el DDT, que se detectaron en la práctica totalidad de las muestras analizadas. Además se detectó en una elevada frecuencia y concentración el insecticida clorpirifós y el fungicida prohibido pirimetanil.

Se conoce o sospecha que 6 de las 9 sustancias detectadas en la cuenca del Segura en 2016 son disruptores endocrinos y además, no está autorizado el uso de 6 de las 9 sustancias detectadas. Aparecen 3 isómeros del HCH, esto es, el insecticida prohibido lindano (gamma HCH) y sus residuos de producción (alfa, beta, delta y épsilon HCH). La concentración de la suma de isómeros es muy elevadas, superándose el límite legal. También se supera el límite legal en el caso del insecticida clorpirifós.

Tabla 3.12 Sustancias activas detectadas en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ACLONIFEN	0,12		si/ Fitosanitario	no data	0/11
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	5/270 (0,01-0,22)	0/121
ALDRIN				0/270	0/125
ALFA-CIPERMETRINA				no data	0/4
ALFA-ENDOSULFAN	0,01	TEDEX	no	0/281	0/131
ALFA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/384	0/131
AMETRINA				0/216	0/108
ATRAZINA	2	TEDEX	no	0/216	0/123
BETA-CIPERMETRINA				no data	0/4
BETA-ENDOSULFAN	0,01		no	0/281	0/127
BETA-HCH	0,04	TEDEX	no	0/344	1/131 (0,00602)
BUTÓXIDO DE PIPERONILO (PBO)			si/biocida	12/160 (0,021-0,18)	9/11 (0,02-0,16)
CLOROFENVINFOS	0,3		no	21/294 (0,011-0,356)	0/123
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si	93/315 (0,01-1,48)	55/160 (0,00113-0,54)
CLORTAL-DIMETIL				1/162	0/98
DDTS DIRECTIVA 86/280/CEE SUMA MÁXIMA		TEDEX	no	162/234 (0,08)	98/99 (0,08)
DELTA-HCH	0,04*	TEDEX	no	0/384	2/131 (0,00176-0,00361)
DESETILATRAZINA		TEDEX	no	0/54	no data
DEISOPROPILATRAZINA		TEDEX	no	0/54	no data
DIAZINON		PAN	no	24/270 (0,011-0,057)	0/108
DICLORVOS				no data	0/9
DIELDRIN		PAN	no	0/394	0/125
DIMETOATO		EU_IA_2	si	3/54 (0,53-0,764)	no data
DISULFOTON				0/108	no data
DIURON	1,8	EU_IA_3	no	10/60 (0,051- 2,18)	0/27
ENDOSULFAN SULFATO	0,01**		no	0/283	0/125
ENDRIN				0/270	0/125

EPSILON-HCH	0,04*		no	0/156	0/102
ETOPROFOS				0/162	0/98
FONOFOS				0/108	no data
HCH SUMA MÁXIMA	0,04	TEDEX	no	162/162 (0,08-0,093)	98/98 (0,08)
HEPTACLORO				0/270	0/116
HEPTACLORO EPOXIDO - EXO				0/204	0/16
HEPTACLORO-EPÓXIDO A -ENDO				0/138	0/98
HEPTACLORO-EPÓXIDO B - EXO				0/67	0/100
IMAZALIL		EU_IA_3	si/ Fitosanitario	23/96 (0,056-1,35)	no data
ISODRIN				0/270	0/115
ISOPROTURON	1	EU_IA_2	no	1/54 (0,0651)	0/21
LINDANO (GAMMA-HCH)	0,04*	TEDEX	no	12/427 (0,013-0,626)	0/131
MALATION				2/270 (0,033-0,089)	0/98
METOLACLORO		TEDEX	si/ Fitosanitario	1/270 (0,012)	0/116
METOXICLORO				0/257	0/108
METRIBUZINA			si/ Fitosanitario	0/54	no data
MOLINATO			no	0/108	no data
O,P'-DDD		TEDEX	no	0/156	0/98
O,P'-DDE			no	0/156	0/98
O,P'-DDT		TEDEX	no	0/235	0/113
OXADIAZON				no data	0/6
OXOLINICO, ACIDO				0/17	no data
P,P'-DDD				0/273	0/123
P,P'-DDE		TEDEX	no	0/273	1/123 (0,0014)
P,P'-DDT				0/274	0/124
PARATION ETIL				0/384	0/108
PARATION METIL				0/270	0/108
P-DICLOROBENCENO				0/72	0/3
PENTACLOROFENOL	1	TEDEX	no	no data	0/11
PIRIMETANIL			si/ Fitosanitario	45/162 (0,02-0,71)	30/115 (0,02-2,77)
PIRIMICARB				1/54 (0,0856)	no data
PROMETRINA				2/216 (0,0511-0,0602)	0/108
PROPAZINA				0/216	0/108
PROPIZAMIDA				1/54 (0,108)	no data
QUINOXIFENO				no data	0/9
SECBUMETON				0/54	no data
SIMAZINA	4		no	1/216 (0,18)	1/124 (0,11)
SUMA P,P'-DDD + O,P'-DDT			no	0/125	0/71
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	43/310 (0,057-1,96)	0/150
TERBUTRINA	0,34	PAN	no	3/216 (0,17-0,44)	0/129
TIABENDAZOL			si/ Fitosanitario	19/54 (0,0605-1,32)	no data
TRICLOSAN				0/17	no data
TRIETAZINA			no	0/60	0/10
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/108	0/20
TRIMETOPRIM				1/17 (0,101)	no data

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

3.4.10 Demarcación Hidrográfica del Tajo

En la Demarcación Hidrográfica del Tajo se detectaron 12 de las 17 sustancias analizadas en 2012 y 15 de las 17 sustancias analizadas en 2016.

El herbicida glifosato se detectó en 263 de las 421 muestras analizadas en concentraciones muy elevadas, de hasta 7,4 microgr./litro. Además se detectaron en elevada frecuencia el insecticida clorpirifós (en 177 de las muestras), también el lindano (15 muestras) y el herbicida prohibido diurón (88 muestras).

No está autorizado el uso de 12 de las 15 sustancias detectadas. De ellas, 4 sustancias son isómeros del HCH, esto es, el insecticida prohibido lindano (gamma HCH) y sus residuos de producción (alfa, beta, delta y épsilon HCH). La concentración de dos isómeros (beta y gamma) superan el límite legal.

Se conoce o sospecha que 13 de las 15 sustancias detectadas en la cuenca del Tajo en 2016 son disruptores endocrinos

Tabla 3.13 Sustancias activas detectadas en la Cuenca Hidrográfica del Tajo

Sustancia	NCA (microgr/l)	EDC	Autorizado	Nº detecciones/ Nº mediciones (concentración mínima-máxima) microgr/l	
				2012	2016
ALACLORO	0,7	TEDEX	no	1/171(0,02)	3/421 (0,001-0,007)
ALFA ENDOSULFÁN	0,01	TEDEX	no	0/171	1/421 (0,001)
ALFA HCH	0,04	TEDEX	no	1/171 (0,036)	1/421 (0,002-0,009)
BETA HCH	0,04	TEDEX	no	1/171 (0,04)	4/421 (0,02-0,04)
DELTA HCH	0,04	TEDEX	no	0/127	3/421 (0,001-0,007)
GAMMA HCH	0,04	TEDEX	no	0/171	15/420 (0,001-0,18)
ATRAZINA	2	TEDEX	no	6/171(0,012-0,025)	7/421 (0,04-0,15)
CLOROFENVINFÓS	0,3		no	11/170 (0,01-0,09)	12/421 (0,001-0,055)
CLORPIRIFOS	0,1	EU_IA_3	si	18/171 (0,01-0,05)	177/421 (0,001-0,027)
DIURÓN	1,8	EU_IA_3	no	59/171 (0,01-0,12)	88/421 (0,01-0,8)
ENDOSULFAN SULFATO	0,01		no	4/65 (0,001-0,07)	0/419
GLIFOSATO		EU_IA_2	si	85/171 (0,037-1)	263/421 (0,05-7,4)
HEXACLOROBENCENO	0,05		no	0/171	0/421
ISOPROTURÓN	1	EU_IA_2	no	4/171 (0,022-0,27)	7/421 (0,01-0,15)
SIMAZINA	4		no	5/171 (0,01-0,09)	2/421 (0,07-0,17)
TERBUTILAZINA		EU_IA_2	si	107/171 (0,01-0,2)	1/220 (0,07)
TRIFLURALINA		TEDEX	no	0/171	1/421 (0,001)

* Límite gamma-HCH. **Límite para endosulfán

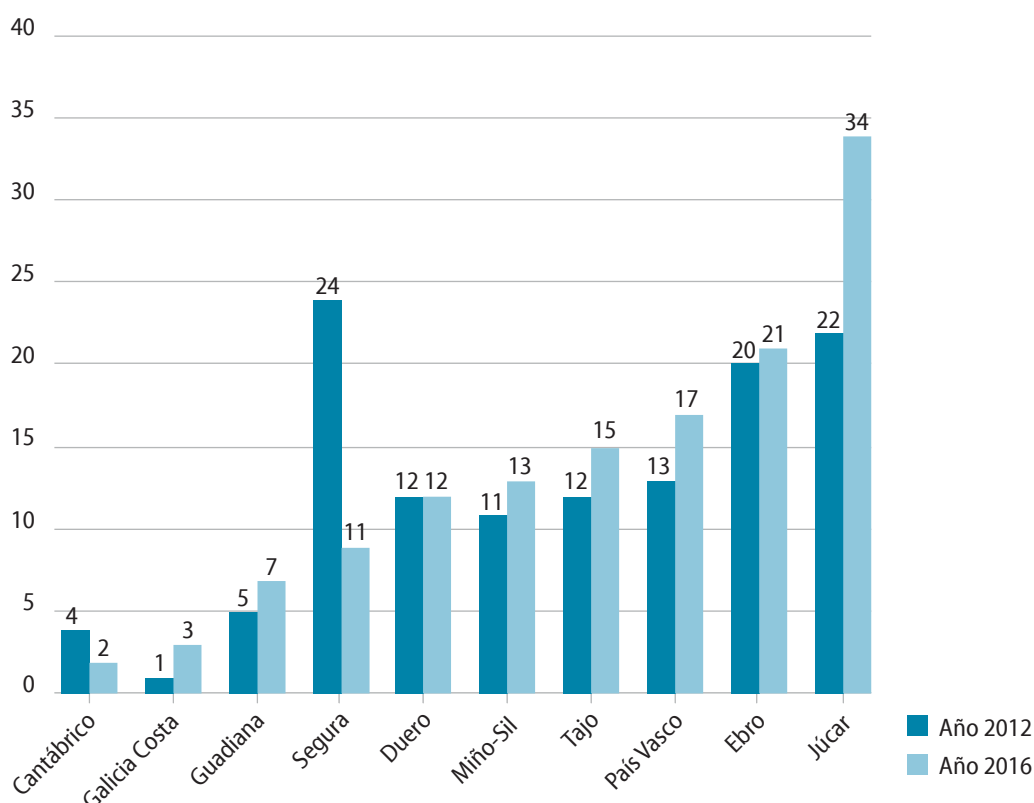
4/ Discusión de los resultados. Ríos hormonados

Los resultados mostrados en las tablas 3.2 y 3.3 muestran que en el año 2016 se detectaron 47 plaguicidas en los ríos españoles analizados en este informe y que 34 de estas sustancias (70 %) ya están prohibidas debido a su elevada toxicidad.

Aún más alarmante es la presencia de mezclas de múltiples plaguicidas en los ríos: se detectaron 34 plaguicidas en el río Júcar y 21 en el río Ebro, cuencas con una importante agricultura intensiva. Las cuencas donde se detectó un menor número son Cantabria y Galicia Costa, cuencas en las que la actividad agraria es extensiva y de menor peso que los pastos y la actividad forestal.

La mayoría de los plaguicidas detectados fueron insecticidas (48 %) y herbicidas (44 %) y en menor medida fungicidas (8 %).

Figura 4.1 Número de plaguicidas detectados en cada cuenca hidrográfica



Los compuestos detectados en aguas superficiales pertenecen a diferentes grupos químicos, como organofosforados (clorpirifós, diazinón), organoclorados (dieldrina, hexaclorobenceno, DDT y sus metabolitos DDE y DDD, lindano y sus isómeros y metabolitos alfa y beta-HCH), clorotriazinas (atrazina, terbutilazina), fenilureas (diuron e isoproturon), cloroacetanilidas (alacolor).

La mayoría de los plaguicidas detectados no están autorizados en la UE ni en España, e incluso aquellos prohibidos hace muchos años, como el DDT, el hexaclorobenceno, el lindano, la atrazina y el endosulfán todavía están presentes en el medio acuático. Esto es preocupante, porque muestra por un lado que estos productos químicos nocivos se han utilizado ampliamente en España y ahora persisten en el medio ambiente, y por otro lado, que los plaguicidas deben haberse usado ilegalmente, como se desprende del caso del DDT y lindano, que han sido prohibido (DDT desde los años 80 y lindano en 2008) pero los compuestos parentales (DDT y gamma-HCH) todavía se detectan. Además, estas sustancias que están presentes en el agua pueden actuar aditiva o sinérgicamente con nuevos contaminantes, dando lugar a diferentes efectos adversos en organismos expuestos y en concentraciones de exposición más bajas que los efectos causados por cada compuesto individualmente.

La presencia de estas sustancias en el medio acuático no sólo significa que permanecen un largo tiempo contaminando tras su utilización y que, además, se sigan utilizando aunque estén prohibidas. Su existencia también puede responder a la mala gestión de los residuos de su fabricación cuando estaba permitida la producción. Este es el caso del lindano. La gran cantidad de residuos que se generaban en la obtención de lindano se dejaron, incluso, en vertidos ilegales en sitios diferentes a los de fabricación. La opacidad y la falta de atención para identificar y eliminar los puntos donde se localizan los residuos permite que actualmente se desconozca parte de la ubicación de estos puntos, las cantidades o las condiciones en que se produjeron estos vertidos.

También es alarmante que 26 de las sustancias detectadas (el 54 %) son o se sospecha que son contaminantes hormonales. Estas sustancias, al igual que las hormonas, pueden ocasionar efectos adversos a dosis muy bajas, a dosis centenares de veces inferiores a los niveles de exposición considerados seguros por la normativa. La relación dosis-efecto no es lineal para muchas de estas sustancias, esto es, pueden provocar efectos adversos a dosis muy bajas y a dosis altas y no a dosis intermedias. Es decir, la dosis de exposición no determina el efecto. Además, el momento de la exposición a estas sustancias es muy importante. Si se produce durante los primeros estadios de la vida, pueden producir lesiones irreversibles, dando lugar a patologías o enfermedades que pueden no manifestarse hasta la etapa adulta³⁶.

36 1. Bergman Å, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Zoeller RT. State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals 2012 Summary for decision makers. 2013: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78102/1/WHO_HSE_PHE_IHE_2013.1_eng.pdf?ua=1

Características de los plaguicidas detectados

Organoclorados: DDT, dieldrina, endosulfan, hexachlorobenceno, alfa, beta y gamma HCH (lindano)

Los insecticidas organoclorados se usaron ampliamente en la agricultura hasta los años 80, pero fueron prohibidos gradualmente debido a su alta toxicidad, a su alta tasa de bioacumulación y a su persistencia en el medio ambiente. Ya en 1962, la bióloga Rachel Carson planteó su preocupación por la toxicidad de estas sustancias para la vida silvestre en su libro "Primavera silenciosa", en donde documenta la casi extinción de una amplia gama de especies de aves en los Estados Unidos debido al uso de plaguicidas organoclorados³⁷. El DDT y sus metabolitos (DDE y DDD) son altamente persistentes y pueden permanecer en los suelos y la grasa corporal hasta 30 años. En el agua, los estudios muestran que la degradación del DDT es más rápida: el DDT se detecta en los primeros 30 días, DDT y DDD en los siguientes 30 días, y posteriormente sólo se detecta DDD³⁸. El DDT fue prohibido en la mayor parte de Europa en los años setenta debido a la alta persistencia, tasa de bioacumulación y toxicidad tanto del DDT como de sus metabolitos. De hecho, la mayoría de los plaguicidas organoclorados son persistentes en el medio ambiente (suelo) con vidas medias (tiempo en que el 50 % del compuesto original se degrada) que van desde algunos meses, como en el caso del endosulfán y la dieldrina hasta 1-2 años, como en el caso del lindano o 7-10 años, como es el caso del hexachlorobenceno³⁹.

El DDT y sus metabolitos, la dieldrina, el hexachlorobenceno, el endosulfán, el lindano y sus isómeros alfa-HCH y beta-HCH, todos detectados en los ríos españoles en los años 2012 y 2016, también han sido detectados en las cadenas alimentarias, en la grasa corporal de los seres humanos y animales y las huellas de estos químicos todavía se detectan en la leche humana hoy en día⁴⁰. Preocupa que todos estos plaguicidas organoclorados son disruptores endocrinos, para los que un nivel bajo de exposición puede alterar la función del sistema hormonal del recién nacido y provocar disfunciones y enfermedades.

Debido a su alta persistencia, los plaguicidas organoclorados se identifican como agentes de exposición crónica para especies acuáticas. Por lo tanto, el hecho de que estas sustancias químicas y sus metabolitos se hayan detectado en los ríos españoles indica su bioacumulación en los organismos acuáticos y que los ecosistemas acuáticos locales se encuentran bajo toxicidad crónica. Los peces y moluscos son una fuente de alimento para varias especies de vida silvestre y si están contaminados con plaguicidas organoclorados pueden desencadenar efectos adversos reproductivos y de desarrollo. Se ha demostrado que el DDT causa graves daños en las poblaciones de aves ya que causa el adelgazamiento de la cáscara de sus huevos provocando su fractura. Después de su prohibición algunas poblaciones de aves mostraron una ligera recuperación⁴¹.

37 Carson R, Darling L, . Silent spring. Houghton Mifflin; 1962. 368 p.

38 U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. TOXICOLOGICAL PROFILE FOR DDT, DDE, and DDD . 2002 <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.pdf>

39 Tomlin C. The pesticide manual : a world compendium. [Internet]. Alton, Hampshire: British Crop Protection Council; 2006 [cited 2017 Dec 24]. Available from: https://trove.nla.gov.au/work/6273016?q&sort=holdings+desc&_id=1514128121177&versionId=32867257

40 Schlumpf M, Kypke K, Wittassek M, Angerer J, Mascher H, Mascher D, et al. Exposure patterns of UV filters, fragrances, parabens, phthalates, organochlor pesticides, PBDEs, and PCBs in human milk: Correlation of UV filters with use of cosmetics. *Chemosphere* [Internet]. 2010 81(10):1171–83. 4

41 European Environment Agency. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation — European Environment Agency. 2013. Available from: <https://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>

También se ha demostrado que muchos mamíferos pequeños acumulan altos niveles de plaguicidas organoclorados lo que provoca disfunciones de la reproducción, toxicidad hepática y otros trastornos patológicos. En España, se sospecha que los peces de río contaminados con plaguicidas organoclorados han jugado un papel en el declive de las nutrias en Cantabria⁴².

Pero los peces también son susceptibles a estos compuestos cuyos efectos adversos han sido identificados en diferentes partes del mundo. El lindano (gamma HCH), el plaguicida prohibido más recientemente, y sus dos isómeros altamente tóxicos (alfa y beta-HCH), que se han detectado en 7 de los 10 ríos estudiados, afectan a los embriones de peces a niveles bajos, provocando la muerte de individuos⁴³, efectos adversos en el desarrollo y en el esqueleto⁴⁴. Se ha detectado que ciertos plaguicidas organoclorados interfieren con las hormonas tiroideas⁴⁵ lo que podría explicar, en parte, los problemas en el desarrollo y la teratogenicidad observados en anfibios, peces y otros vertebrados expuestos a estos productos químicos⁴⁶.

Organofosforados (clorpirifós y diazinon)

Los insecticidas organofosforados intoxican a los insectos actuando sobre una enzima de su sistema nervioso (la acetilcolinesterasa), que se encuentra tanto en los invertebrados como en los vertebrados, incluidos los mamíferos. Esto significa que estos productos químicos tienen la capacidad de interactuar con el sistema nervioso central de la mayoría de las especies.

Al ser menos persistentes que los plaguicidas organoclorados, los reemplazaron rápidamente en el mercado. Sin embargo, son compuestos lipófilos (se acumulan en la grasa) y se absorben en los tejidos humanos, incluida la placenta y la leche materna. La evidencia científica actual revela que los organofosforados también son disruptores endocrinos y la exposición crónica a estos químicos puede causar neurotoxicidad en humanos y otros animales⁴⁷.

El hecho de que el clorpirifós haya sido detectado en casi todos los ríos examinados es motivo de preocupación, ya que revela el uso prolongado y extenso de este insecticida en nuestro país algo que queda confirmado por el hecho de que es el plaguicida detectado en un mayor número de alimentos españoles.

42 Guitart R, Martínez B, Piqué E, Mateo R, Solar M, Rodríguez M. Organochlorine Residues in Fishes from Two Rivers in Cantabria, Spain: Implications for a Program of Otter (*Lutra lutra*) Reintroduction. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2005;75(1):143–8. <http://link.springer.com/10.1007/s00128-005-0730-z>

43 Gorge G, Nagel R. Toxicity of lindane, atrazine, and deltamethrin to early life stages of zebrafish (*Brachydanio rerio*). *Ecotoxicol Env Saf*. 1990;20(3):246–55. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1708710>

44 Oliva M, Garrido C, Sales D, González de Canales ML. Lindane toxicity on early life stages of gilthead seabream (*Sparus aurata*) with a note on its histopathological manifestations. *Env Toxicol Pharmacol*, 2008;25(1):94–102. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21783842>

45 Brucker-Davis F. Effects of Environmental Synthetic Chemicals on Thyroid Function. *Thyroid*. 1998;8(9):827–56. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9777756>

46 1. Pašková V, Hilscherová K, Bláha L. Teratogenicity and Embryotoxicity in Aquatic Organisms After Pesticide Exposure and the Role of Oxidative Stress. In: *Rev Environ Contam Toxicol*, 2011 p. 25–61. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21287390>

47 Ross SM, McManus IC, Harrison V, Mason O. Neurobehavioral problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review. *Crit Rev Toxicol*, 2013;43(1):21–44. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10408444.2012.738645>

La evidencia científica muestra que el clorpirifos afecta el sistema nervioso de los seres humanos y causa neurotoxicidad en el desarrollo, afectando por lo tanto a la población vulnerable, bebés y niños⁴⁸. También hay evidencia sobre deterioro cognitivo, interrupción de la función motora, temblores y menor inteligencia en bebés después de la exposición materna al clorpirifos⁴⁹.

Por otro lado, el clorpirifos presente en el medio acuático puede afectar a las especies de invertebrados y también a los peces y otros vertebrados, ya que se absorbe a través de las branquias y la piel y puede provocar efectos adversos por interacción con sus sistemas hormonal, nervioso e inmune. La exposición de los peces durante la etapa de desarrollo al clorpirifos altera el desarrollo y produce alteraciones del comportamiento e inmunotoxicidad (disminuyendo el mecanismo de defensa de los peces haciéndolos más susceptibles a la enfermedad)⁵⁰. Ranas expuestas a niveles ambientales de clorpirifos durante los primeros años de vida desarrollaron malformaciones físicas como defectos esqueléticos y de la estructura de las branquias⁵¹. También se ha observado que las concentraciones ambientales de clorpirifos afectan el desarrollo y la reproducción de los crustáceos⁵².

La autorización de diazinón fue rechazada en 2006 lo que originó que se retirara del mercado. A pesar de esto, el diazinón ha sido detectado en el Segura y el Júcar. Es preocupante el hecho de que todavía se detecte en ríos españoles ya que su uso se abandonó debido al elevado riesgo para la seguridad de los trabajadores y transeúntes. También debido a su alta toxicidad para los organismos acuáticos y el riesgo para aves y mamíferos insectívoros.

Clorotriazinas (atrazina, terbutilazina, simazina)

La presencia de plaguicidas clorotriazinas en el medio acuático se ha estudiado ampliamente y los niveles detectados en el agua potable y superficial, en el agua subterránea y en el agua de lluvia se encuentran en el rango de partes por billón^{53,54,55}. Las

- 48 Rice D, Barone S. Critical Periods of Vulnerability for the Developing Nervous System: Evidence from Humans and Animal Models. *Env Heal Perspect*, 2000;108(Suppl 3):511–33. <http://ehpnetl.niehs.nih.gov/docs/2000/suppl-3/51>
- 49 Burke RD, Todd SW, Lumsden E, Mullins RJ, Mamczarz J, Fawcett WP, et al. Developmental neurotoxicity of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos: from clinical findings to preclinical models and potential mechanisms. *J Neurochem*, 2017;142:162–77. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/jnc.14077>
- 50 Jin Y, Liu Z, Peng T, Fu Z. The toxicity of chlorpyrifos on the early life stage of zebrafish: A survey on the endpoints at development, locomotor behavior, oxidative stress and immunotoxicity. *Fish Shellfish Immunol*, 2015;43(2):405–14. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25634256>
- 51 Bernabò I, Sperone E, Tripepi S, Brunelli E. Toxicity of Chlorpyrifos to Larval Rana dalmatina: Acute and Chronic Effects on Survival, Development, Growth and Gill Apparatus. *Arch Env Contam Toxicol*, 2011;61(4):704–18. <http://link.springer.com/10.1007/s00244-011-9655-1>
- 52 Palma P, Palma VL, Fernandes RM, Bohn A, Soares AMVM, Barbosa IR. Embryo-toxic effects of environmental concentrations of chlorpyrifos on the crustacean *Daphnia magna*. *Eco-toxicol Environ Saf*, 2009;72(6):1714–8. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651309001006?via%3Dihub>
- 53 Noppe H, Ghekiere A, Verslycke T, De Wulf E, Verheyden K, Monteyne E, et al. Distribution and ecotoxicity of chlorotriazines in the Scheldt Estuary (B-NI). 2007;147:668–76. [http://www.hdb.ugent.be/HDB/Publications_A1_files/P2007-08 \(Triaz\).pdf](http://www.hdb.ugent.be/HDB/Publications_A1_files/P2007-08%20(Triaz).pdf)
- 54 Steen RJ, Van Hattum B, Brinkman UA. A study on the behaviour of pesticides and their transformation products in the Scheldt estuary using liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *J Environ Monit*, 2000;2(6):597–602. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11296748>
- 55 Tauler R, De Almeida Azevedo D, Lacorte S, Céspedes R, Viana P, Barceló D. Organic Pollutants in Surface Waters from Portugal Using Chemometric Interpretation. *Environ Technol*, 2001 Sep;22(9):1043–54. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11816767>

clorotriazinas más comúnmente utilizadas en todo el mundo son la atrazina, la simazina y la terbutilazina. Estos tres plaguicidas han sido detectados en los ríos españoles en el presente estudio, a pesar de que dos de ellos, la simazina y la atrazina, se encuentran prohibidos en la UE desde 2004. Galicia fue el único río donde no se detectaron clorotriazinas. La terbutilazina se usa actualmente en el cultivo del maíz, y se espera que su uso continuará aumentando al ser utilizado como sustituto de la atrazina.

Las clorotriazinas son herbicidas diseñados para inhibir la fotosíntesis en las plantas. Se sospecha de que la atrazina afecta el desarrollo sexual de los humanos y de la fauna silvestre mediante la inducción de la actividad de la aromatasa (una enzima involucrada en la producción de estrógenos), lo que resulta en el aumento de la conversión de andrógenos en estrógenos. Además, se sospecha que produce efectos adversos en la tiroides pero hasta la fecha no se han probado^{56,57}. Varios estudios han puesto de relieve los posibles efectos de niveles elevados (de mg / l) de atrazina en crustáceos, moluscos, peces, anfibios y reptiles. Se ha observado que la atrazina afecta la supervivencia, el desarrollo y la reproducción de los copépodos estuarinos (microcrustáceos) y la función branquial en los cangrejos^{58, 59}. En los caracoles de agua dulce, se ha descubierto que la atrazina afecta el sistema inmunitario⁶⁰. En el salmón, se ha demostrado que la atrazina interrumpe el desarrollo y puede comprometer las capacidades fisiológicas para sobrevivir en condiciones salinas⁶¹.

Aunque no pudimos recuperar ningún dato ecotoxicológico relevante para la simazina y la terbutilazina en la literatura, se puede suponer que, en base a sus propiedades químicas que son similares a la atrazina (es decir, solubilidad en agua y potencial de partición de la materia orgánica), sus efectos tóxicos también serán parecidos.

La atrazina y la simazina pertenecen al grupo de plaguicidas incluidos en la lista de 33 sustancias peligrosas prioritarias en aguas europeas que deben ser monitoreadas bajo la Directiva Marco del Agua (2000/60 / EC).

Fenilureas (diurón e isoproturón)

Desde su descubrimiento en la década de 1950, los derivados de la fenilurea (linurón, diurón, isoproturón) se han convertido en uno de los grupos de plaguicidas más prominentes y diversificados. Han sido empleados principalmente para el control selectivo de gramíneas y malezas de hoja ancha en muchos cultivos. Específicamente, el linurón y el

56 Freeman JL, Beccue N, Rayburn AL. Differential metamorphosis alters the endocrine response in anuran larvae exposed to T3 and atrazine. *Aquat Toxicol*. 2005 Nov 10;75(3):263–76. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16213604>

57 de Solla SR, Martin PA, Fernie KJ, Park BJ, Mayne G. Effects of environmentally relevant concentrations of atrazine on gonadal development of snapping turtles (*Chelydra serpentina*). *Environ Toxicol Chem*. 2006;25(2):520–6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16519315>

58 Ward GS, Ballantine L. Acute and Chronic Toxicity of Atrazine to Estuarine Fauna. *Estuaries*. 1985;8(1):22. <http://link.springer.com/10.2307/1352118>

59 Forget-Leray J, Landriau I, Minier C, Leboulenger F. Impact of endocrine toxicants on survival, development, and reproduction of the estuarine copepod *Eurytemora affinis* (Poppe). *Ecotoxicol Environ Saf*. 2005;60(3):288–94. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014765130400096X>

60 Russo J, Lagadic L. Effects of environmental concentrations of atrazine on hemocyte density and phagocytic activity in the pond snail *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda, Pulmonata). *Environ Pollut*. 2004;127(2):303–11. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749103002690>

61 Moore A, Waring CP. Mechanistic Effects of a Triazine Pesticide on Reproductive Endocrine Function in Mature Male Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *Parr. Pestic Biochem Physiol*. 1998;62(1):41–50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357598923665>

diurón fueron herbicidas ampliamente utilizados para proteger patatas, maíz, verduras, frutas y arbustos ornamentales y el diurón también se usó para el control de malezas en áreas no cultivadas (mantenimiento de carreteras, ferrocarriles, parques, etc.).

La solubilidad en agua del diuron es moderada, es lipofílico y se adsorbe fuertemente sobre los sedimentos. En suelos, la vida media del isoproturón y linurón es de 30-70 días⁶² (36, 15), mientras que la de diurón es de 90-180 días^{63,63}. El diurón es muy persistente en el agua.

Debido a su amplio uso en el pasado, los herbicidas de fenilurea aún se detectan en aguas superficiales y subterráneas^{64,65} en concentraciones que exceden el valor límite de la UE de 0.1 mg/l para plaguicidas en agua potable. En vista a su potencial para contaminar las aguas superficiales y subterráneas, se han investigado los efectos directos e indirectos de los herbicidas de fenilurea sobre los organismos objetivo y no objetivo. Aunque la mayoría de los estudios de toxicidad se han centrado en el herbicida, los productos de degradación también pueden estar involucrados en la contaminación ambiental. Por ejemplo, los estudios de toxicidad llevados a cabo sobre los metabolitos de diuron mostraron que los productos de degradación presentan una toxicidad no objetivo mayor que la de la molécula original⁶⁶.

Se ha demostrado que varios herbicidas de fenilurea son disruptores endocrinos o tienen efectos genotóxicos o ecotóxicos⁶⁷. También se observa pérdida de peso de los órganos sexuales en ratas jóvenes y adultas expuestas a dosis diarias de linurón⁶⁸. Además, en estudios in vivo a corto plazo, el tratamiento con linurón redujo el peso de los tejidos dependientes de testosterona y alteró la expresión de genes de próstata regulados por andrógenos⁶⁹. El linuron y algunos de sus metabolitos (por ejemplo, 3,4-DCA) probablemente actúen como antagonistas competitivos del receptor de andrógenos. Existen pocos datos experimentales sobre las propiedades de disrupción endocrina del diurón. Sin embargo, debido a las similitudes estructurales entre linurón y diuron y el metabolito común 3,4-DCA, se puede esperar un potencial de alteración endocrina.

62 1. Tomlin C. The pesticide manual: a world compendium. Alton, Hampshire: British Crop Protection Council; 2006 https://trove.nla.gov.au/work/6273016?q&sort=holdings+desc&_id=1514128121177&versionId=32867257

63 Caux P-Y, Kent RA, Fan GT, Grande C. Canadian water quality guidelines for linuron. *Environ Toxicol Water Qual.* 1998;13(1):1–41. <http://doi.wiley.com/10.1002/%28SICI%291098-2256%281998%2913%3A1%3C1%3A%3AAID-TOX1%3E3.0.CO%3B2-B>

64 Lhomme L, Brosillon S, Wolbert D, Dussaud J. Photocatalytic degradation of a phenylurea, chlortoluron, in water using an industrial titanium dioxide coated media. *Appl Catal B Environ.* 2005;61(3–4):227–35. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092633730500264X>

65 Nitschke L, Schüssler W. Surface water pollution by herbicides from effluents of waste water treatment plants. *Chemosphere.* 1998;36(1):35–41. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653597002865>

66 Tixier C, Sancelme M, Bonnemoy F, Cuer A, Veschambre H. Degradation products of a phenylurea herbicide, diuron: synthesis, ecotoxicity, and biotransformation. *Environ Toxicol Chem.* 2001;20(7):1381–9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11434279>

67 Lintelmann J, Katayama A, Kurihara N, Shore L, Wenzel AA. Endocrine disruptors in the environment (IUPAC Technical Report). *Pure Appl Chem.* 2003 ;75(5):631–81. <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/pac.2003.75.issue-5/pac200375050631/pac200375050631.pdf>

68 Cook J, Mullin LS, Frame SR, Biegel LB. Investigation of a Mechanism for Leydig Cell Tumorigenesis by Linuron in Rats. *Toxicol Appl Pharmacol.* 1993;119(2):195–204. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8480329>

69 Lambright C, Ostby J, Bobseine K, Wilson V, Hotchkiss AK, Mann PC, et al. Cellular and molecular mechanisms of action of linuron: an antiandrogenic herbicide that produces reproductive malformations in male rats. *Toxicol Sci [Internet].* 2000 Aug [cited 2017 Dec 24];56(2):389–99. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10910998>

Cloroacetanilidas (alacloro, metolacloro)

Las cloroacetanilidas son herbicidas que se han utilizado en todo el mundo para controlar las malezas desde mediados de los años 80.

El alacloro se ha detectado en 5 ríos españoles en 2016 (de los 10 que se examinaron). Este dato refleja una situación grave ya que el alacloro está incluido en la lista de sustancias prioritarias europea. El alacloro puede persistir en el suelo durante algunas semanas pero se descompone en metabolitos potencialmente más tóxicos (se sospecha que son genotóxicos) y que son más estables que los compuestos originales. La UE decidió retirar su uso como herbicida en 2006, debido a su alta toxicidad acuática, sus metabolitos potencialmente tóxicos y las preocupaciones sobre su impacto ambiental. El alacloro también se clasifica como posiblemente carcinogénico para humanos y tóxico para organismos acuáticos (toxicidad aguda y crónica). De hecho, los estudios indican que las cloroacetanilidas y sus productos de biodegradación estables son genotóxicos⁷⁰.

El S-metolacloro, un isómero menos tóxico para los seres humanos del herbicida prohibido metolacloro, se detectó en 2016 en 4 de los 6 ríos que lo analizaron. El metolacloro tiene una tasa de degradación lenta en el suelo y puede detectarse entre 8 y 10 meses después de la aplicación⁷¹. El hecho de que se haya detectado metolacloro es motivo de preocupación, ya que el S-metolacloro también se clasifica como causante de toxicidad aguda y crónica para los organismos acuáticos. Se ha encontrado que el S-metolacloro causa malformación esquelética y morfológica en embriones de rana⁷² y embriones de peces⁷³, afectando a la neurotransmisión y el metabolismo energético.

Glifosato

Como el glifosato no está incluido en la lista de sustancias prioritarias de la Directiva Marco de Agua sólo se ha analizado en 3 de los ríos españoles en 2012 y en 5 ríos en 2016 (del total de 10 ríos que proporcionaron datos). Se detectó en 3 ríos en ambos años, Tajo, Júcar y País Vasco.

Júcar: se detectó glifosato en todas las 48 muestras analizadas, en concentraciones de 0,13 a 3,6 microgr/l.

Tajo: fue el plaguicida detectado con mayor frecuencia. Se detectó en 263 de las 421 muestras analizadas, en concentraciones de 0,05 a 7,4 microgr/l.

País Vasco: es el plaguicida en uso detectado con mayor frecuencia tras el clorpirifós. Se detectó en 13 de las 73 muestras analizadas en concentraciones de 0,1 a 1,68 microgr/l.

70 Osano O, Admiraal W, Klamer HJC, Pastor D, Bleeker EAJ. Comparative toxic and genotoxic effects of chloroacetanilides, formamidines and their degradation products on *Vibrio fischeri* and *Chironomus riparius*. *Environ Pollut*. 2002 [cited 2017 Dec 24];119(2):195–202. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12152826>

71 Vryzas Z, Papadakis EN, Oriakli K, Moysiadis TP, Papadopoulou-Mourkidou E. Biotransformation of atrazine and metolachlor within soil profile and changes in microbial communities. *Chemosphere* [Internet]. 2012 ;89(11):1330–8. : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22739544>

72 Quintaneiro C, Soares AMVM, Monteiro MS. Teratogenic effects of the herbicides linuron and S-metolachlor on Perez's frog embryos. *Chemosphere*. 2017;194:595–601. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29241134>

73 Quintaneiro C, Patrício D, Novais SC, Soares AMVM, Monteiro MS. Endocrine and physiological effects of linuron and S-metolachlor in zebrafish developing embryos. *Sci Total Environ* . 2017 ;586:390–400. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28209406>

El glifosato es un herbicida de amplio espectro, lo que significa que mata a un gran número de plantas y también es tóxico para ciertos tipos de bacterias. Los productos a base de glifosato se han utilizado extensamente en la agricultura, en todo tipo de cultivos durante la pre-cosecha para acelerar la maduración del grano o después de la cosecha para despejar los campos. El glifosato también se usa en monocultivos modificados genéticamente. En España se encuentra el 90% de los cultivos transgénicos europeos⁷⁴.

El glifosato causa toxicidad crónica en diversas clases de organismos acuáticos, por lo que su presencia a niveles detectables en los ríos de España es un motivo de preocupación. Es tóxico para el fitoplancton y los microorganismos⁷⁵, y se han observado efectos adversos después de la exposición a glifosato en insectos, crustáceos, moluscos, anfibios y peces⁷⁶.

Una vez en el medio ambiente, el glifosato se metaboliza gradualmente a ácido aminometilfosfónico (AMPA), que también es tóxico. Tanto el glifosato como el AMPA se detectaron en el 45% de las capas superiores de los terrenos de cultivo europeos⁷⁷. En España, ese mismo estudio detectó glifosato y su metabolito AMPA en el 25% y 40% respectivamente, de los suelos de cultivo. Las concentraciones de glifosato detectadas en España son de las más altas de Europa, superadas únicamente por Portugal. El estudio muestra que el glifosato es arrastrado por el viento y las aguas de escorrentía, contaminando aguas superficiales, la atmósfera e incluso se deposita en zonas remotas.

Debido a que se sabe que el glifosato también tiene propiedades antimicrobianas y es tóxico para las bacterias beneficiosas, puede degradar las comunidades microbianas del suelo y reducir por tanto la fertilidad del suelo⁷⁸.

En 2015, el Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC por sus siglas en inglés) clasificó al glifosato como probable carcinogénico en base a evidencia suficiente de estudios en animales y evidencia limitada de estudios en humanos, mostrando una alta incidencia de linfoma no hodgkin en trabajadores que habían usado glifosato⁷⁹. Tanto el glifosato por sí solo como los herbicidas basados en glifosato son potenciales disruptores endocrinos, ya que alteran el metabolismo hormonal en diferentes líneas celulares de mamíferos^{80, 81}. Se ha observado, además que reducen la conversión de andrógenos a

74 James C. Global status of Commercialized biotech / GM Crops: 2012.];44:11. http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/executivesummary/pdf/Brief_44_-_Executive_Summary_-_English.pdf

75 Pérez GL, Torremorell A, Mugni H, Rodríguez P, Solange Vera M, do Nascimento M, et al. Effects of the herbicide Roundup on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecol Appl*. 2007;17(8):2310–22.

76 Watts M, Clausing P, Lyssimachou A, Schutte G, Guadagnini R, Marquex E. Glyphosate Monograph; PAN International. Pesticide Action Netw Int. 2006;

77 Silva V, Montanarella L, Jones A, Fernández-Ugalde O, Mol HGJ, Ritsema CJ, et al. Distribution of glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in agricultural topsoils of the European Union. *Sci Total Environ*. 2017, Oct 15

78 Lancaster SH, Hollister EB, Senseman SA, Gentry TJ. Effects of repeated glyphosate applications on soil microbial community composition and the mineralization of glyphosate. *Pest Manag Sci*. 2010;66(1):59–64. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19697445>

79 Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, et al. Carcinogenicity of tetra-chlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncol*. 2015 M;16(5):490–1. 2

80 Walsh LP, McCormick C, Martin C, Stocco DM. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ Health Perspect*. 2000 ;108(8):769–76. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10964798>

81 Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol*. 2013;59:129–36. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23756170>

estrógenos (resultando en la producción de más hormonas masculinas que femeninas)⁸². En estudios experimentales con ratones, los productos a base de glifosato también alteran el metabolismo de la hormona reproductiva y reducen la fertilidad⁸³.

Por lo tanto, el hecho de que se haya detectado glifosato en 3 de los 5 ríos analizados despierta la alarma sobre el uso excesivo de este herbicida tóxico en nuestro país.

Las mezclas toxicas, un peligro para los ecosistemas acuáticos

Un estudio publicado en 2014⁸⁴ demostró por primera vez que las aguas superficiales Europeas están contaminadas con mezclas de sustancias químicas a niveles muy elevados. Hasta el punto que producen toxicidad crónica al 42% de los ecosistemas acuáticos y toxicidad aguda al 14% de los 4000 puntos estudiados. La mayor toxicidad se debe a los plaguicidas, principalmente a los efectos de los insecticidas sobre la fauna acuática (peces e invertebrados) y de los herbicidas sobre la flora (algas y fitoplancton). Esto demuestra que a pesar de la regulación de los plaguicidas en Europa, el impacto ecológico es mucho mayor que el previamente anticipado, amenazando los ecosistemas acuáticos.

La evaluación de los riesgos de los plaguicidas para establecer los niveles límite de exposición seguros, se realiza tanto a nivel europeo, como español, se lleva a cabo por sustancia activa, individualmente. Sin embargo, como hemos visto, en la realidad, el medio ambiente y nosotros mismos, estamos expuestos a una mezcla de plaguicidas y químicos en general (algunos de ellos altamente tóxicos y persistentes), cuyo efecto nocivo no se evalúa en conjunto. Además está comprobado que la exposición conjunta a algunos plaguicidas disruptores endocrinos pueden tener toxicidad acumulativa o incluso magnificada⁸⁵, a niveles de exposición mucho más bajos que cada una de las sustancias individuales. Esto es una grave deficiencia del proceso de evaluación del riesgo de plaguicidas y otras sustancias tóxicas. Dado que el número de sustancias químicas liberadas al medio ambiente sigue aumentando, la evaluación del riesgo de esas mezclas tóxicas es más urgente que nunca.

82 Defarge N, Takács E, Lozano V, Mesnage R, Spiroux de Vendômois J, Séralini G-E, et al. Co-Formulants in Glyphosate-Based Herbicides Disrupt Aromatase Activity in Human Cells below Toxic Levels. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(3):264. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26927151>

83 Romano MA, Romano RM, Santos LD, Wisniewski P, Campos DA, de Souza PB, et al. Glyphosate impairs male offspring reproductive development by disrupting gonadotropin expression. *Arch Toxicol*. 2012;86(4):663–73. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22120950>

84 E Malaj, C Peter, M Grote, R Kühne, CP Mondy, P Usseglio-Polatera, Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (26), 9549–9554

85 Hass U, Boberg J, Christiansen S, Jacobsen PR, Vinggaard AM, Taxvig C, Poulsen ME, Herrmann SS, Jensen BH, Petersen A, Clemmensen LH, Axelstad M. Adverse effects on sexual development in rat offspring after low dose exposure to a mixture of endocrine disrupting pesticides. *Reprod Toxicol* 2012;34:261–74.

5/Propuestas para reducir la contaminación por plaguicidas de los ríos españoles

1 **Aplicar la normativa: prohibir el uso de sustancias activas con propiedades de alteración endocrina**

Es necesario aplicar cuanto antes la prohibición de utilizar sustancias activas con capacidad de alterar el sistema endocrino, establecida en el Reglamento 1107/2009 de plaguicidas.

El retraso de la Comisión Europea en desarrollar criterios para identificar efectivamente todas las sustancias EDC y aplicar la prohibición a escala europea no impide al gobierno español adoptar medidas en España. Por ejemplo, como ya ha hecho Alemania, podría prohibir el uso de clorpirifós, el insecticida detectado con mayor frecuencia tanto en los ríos, como en los alimentos en España.

2 **Es urgente poner en marcha medidas para reducir radicalmente el uso de plaguicidas en España**

Entre los años 2011 y 2015, Dinamarca consiguió reducir el uso de plaguicidas en un 40%. Francia ha puesto en marcha un plan para reducir a la mitad el uso de plaguicidas el año 2025. Dinamarca, Suecia, Holanda y Alemania, han empleado medidas para proteger las aguas superficiales y potables, como zonas de amortiguamiento, monitoreo de plaguicidas, herramientas para reducir la deriva de plaguicidas así como ofrecer información a los agricultores. España debe marcarse un objetivo de reducción del uso de al menos un 50% de los plaguicidas en 10 años, mediante la formación e información de los agricultores y de la ciudadanía y el impulso de la agricultura ecológica. En paralelo, como primer paso se debería prohibir el uso de plaguicidas en zonas publicas (parques, escuelas, campos de golf) y jardines privados.

3 **Transformar el insostenible sistema agrario industrializado a un sistema agroecológico**

Frente al modelo industrial y globalizado de agricultura, cada vez más voces claman por un cambio de rumbo hacia formas ecológicamente sostenibles y socialmente justas de manejo de los recursos naturales. La agroecología plantea formas de manejo basadas a la vez en modernos conocimientos científicos y en los aspectos positivos

que nos aporta el conocimiento tradicional campesino. Se basa en el aprovechamiento de los recursos locales y la biodiversidad, integrando agricultura, ganadería, pesca y silvicultura. Propone el incremento de la diversidad de vegetales y animales utilizados en cada finca, la recuperación de las razas y variedades locales y la diversificación de paisajes como vía para maximizar la eficiencia productiva y ecológica de los agroecosistemas. En general, la agroecología procura la reducción al máximo del uso de productos externos a la finca, maquinaria pesada y combustibles fósiles; la sustitución de los agrotóxicos por un manejo adecuado y por preparados naturales realizados a partir de las plantas locales, la restitución de la materia orgánica al suelo, la gestión eficiente del agua y la humedad en los agroecosistemas, y, ligado a ello, la minimización en el uso de agua de riego.

4 Actualizar la normativa ambiental al conocimiento científico.

Hay que actualizar la normativa para que garantice la protección del medio ambiente y de la salud humana frente a los riesgos ocasionados por la exposición continuada a mezclas de bajas dosis de decenas de plaguicidas y otras sustancias químicas tóxicas. Esto es garantizar la protección frente a la exposición real de la población y del medio ambiente. La normativa actual establece las normas de calidad ambiental y los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos en base a la evaluación del riesgo de exposición a elevadas dosis de sustancias individuales, sin tener en cuenta además efectos de la disrupción endocrina, efectos sobre el sistema inmunológico, neurológico, etc.

La normativa debe incorporar el ingente conocimiento científico surgido en los últimos 20 años sobre efectos de disrupción endocrina, efectos a bajas dosis, efectos sinérgicos de la exposición a mezclas, curvas dosis -respuesta no monotónicas, vulnerabilidad de la exposición prenatal y en la primera infancia, etc.

5 Actualizar, ampliar y unificar los programas de monitorización de plaguicidas en agua superficiales

Es necesario adecuar los programas de monitorización llevados a cabo por las confederaciones hidrográficas a los datos de consumo de plaguicidas y a los resultados de los programas de monitoreo de plaguicidas en alimentos. Por ejemplo, el glifosato, el herbicida de mayor uso en España solo se analiza en 5 cuencas. El clorpirifós, el insecticida detectado con mayor frecuencia en los alimentos en España no se analiza en todas las cuencas, y el resto de plaguicidas detectados en gran número de alimentos (cipermetrina, deltametrina, o ditiocarbamatos) no se analizan en ninguna cuenca. Todas las cuencas deberían disponer de un programa de vigilancia de plaguicidas, es necesario ampliar y unificar el listado de sustancias prioritarias y preferentes a vigilar, y garantizar que todas las Demarcaciones Hidrográficas cumplen al menos con sus obligaciones legales de vigilancia. Hay cuencas que no analizan ni siquiera los plaguicidas incluidos en la lista de sustancias prioritarias y preferentes.

6 Hacer cumplir la ley

Los resultados de los programas oficiales de monitoreo resumidos en este informe muestran el uso extendido de plaguicidas prohibidos en todas las cuencas. Además de una labor de información y concienciación de los agricultores sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente, es necesario investigar y denunciar la comercialización y uso de estas sustancias tóxicas prohibidas.

Es necesario trabajar en la confección de un mapa exhaustivo del lindano en España, que reconstruya la trazabilidad de los residuos e identifique la ubicación de todos aquellos vertidos que no están localizados ni detectados, para posteriormente poder proceder a su retirada, tratamiento y a la descontaminación integral de las zonas afectadas, hasta conseguir una completa erradicación de esta carga contaminante en nuestro país, en un plazo de tiempo lo más reducido posible.

Paralelamente, debería modificarse la actual normativa estatal, el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano con el fin de impedir la captación de agua de producción para el consumo humano donde se hayan detectado sustancias prioritarias. Esta ley debería prohibir expresamente la utilización de cualquier agua para abastecimiento a poblaciones donde en algún momento se haya detectado la presencia de lindano, con independencia de la concentración, tal y como se recomienda a nivel sanitario desde diferentes organismos internacionales.

Anexo I

Sustancias plaguicidas analizadas y detectadas por cuenca hidrográfica en 2012

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA	Cantábrico	Duero	Ebro	Galicia	Guadiana	Júcar	Miño-Sil	País vasco	Segura	Tajo	Nº Cuenclas
2, 4-DICLOROFENOXY ACETICO								X			1 0
3,4-DICLOROANILINA			X								1 1
DDT+ENDOSULFAN SULFATO								X			1 0
ALACLORO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 5
ALDICARBE								X			1 0
ALDRIN			X	X		X	X	X	X		6 1
ALFA-CLORDANO				X							1 0
ALFA-ENDOSULFAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 1
AMETRINA			X			X			X		3 0
ATRAZINA	X	X	X	X	X		X	X	X	X	9 5
ANTRACENO	X	X	X		X	X	X	X			7 3
BETA-ENDOSULFAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X		9 1
BUTÓXIDO DE PIPERONILO (PBO)									X		1 1
BROMOFOS ETIL				X							1 0
CIS-1,3 DICLOROPROPENO								X			1 0
CLOROFENVINFOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 6
CLOPIRALIDA								X			1 0
CLORPIRIFOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 5
CLORTAL-DIMETIL									X		1 1
DELTA-HCH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 3
DELTAMETRINA								X			1 0
DESETILATRAZINA			X						X		2 1
DESISOPROPILATRAZINA									X		1 0
DIAZINON				X					X		2 1
DICLOFOP								X			1 0
DICLORVOS		X									1 0
DIELDRIN			X	X		X	X	X	X		6 1
DIFENOCONAZOL								X			1 0

— 55 —

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA	Cantábrico	Duero	Ebro	Galicia	Guadiana	Júcar	Miño-Sil	País vasco	Segura	Tajo	Nº Cuencas								
METOLACLORO			x	x		x	x	x	x		6								
METOXICLORO				x			x		x		3								
METRIBUZINA				x				x	x		3								
MEVINFOS				x							1								
MOLINATO			x			x			x		3								
OXIFLUORFEN				x		x					2								
OXOLINICO, ACIDO									x		1								
DDD				x		x		x	x		4								
DDE			x	x		x	x	x	x		6								
DDT			x	x		x	x	x	x		6								
DDTS DIRECTIVA 86/280/CEE SUMA MÁXIMA				x		x		x	x		4								
PARATION				X		x	x		x		4								
P-DICLOROBENCENO						x	x		x		3								
PENDIMETALINA		x		x		x					3								
PENTACLOROBENCENO		x	x	X	x	x	x	x			7								
PENTACLOROFENOL		x	x			x	x	x			5								
PIRIMETANIL									x		1								
PIRIMICARB									x		1								
PIRIMIFOS METIL		x		X							2								
PROMETRINA				X		x		x	x		4								
PROPAZINA									x		1								
PROPIZAMIDA									x		1								
SECBUMETON								x	x		2								
SIMAZINA	x	x	x		x	x	x	x	x	x	9								
TERBUTILAZINA	x	x	x		x	x	x	x	x	x	9								
TERBUTRINA	x	x	x		x	x		x	x		7								
TIABENDAZOL									x		1								
TRIBUTILESTAÑO	x	x				x		x			4								
TRICLOSAN									x		1								
TRIFIAZINA				X		x			x		3								
TRIFLURALINA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10								
TRIMETOPRIM									x		1								
Nº TOTAL	24	4	36	45	1	26	5	44	21	38	11	50	13	59	24	17	12	94	46

Anexo II

Sustancias plaguicidas analizadas y detectadas por cuenca hidrográfica en 2016

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA	Cantábrico	Duero	Ebro	Galicia	Guadiana	Júcar	Miño-Sil	País vasco	Segura	Tajo	Nº Cuencas
2, 4-DICLOROFENOXY ACETICO								X			1 0
3,4-DICLOROANULINA			X								1 1
44DDT+ENDOSULFAN SULFATO								X			1 0
ACLONIFEN						X	X		X		3 1
ALACLORO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 5
ALDICARBE								X			1 0
ALDRIN			X	X		X	X	X	X		6 0
ALFA-CIPERMETRINA		X							X		2 0
ALFA-CLORDANO				X							1 0
ALFA-ENDOSULFAN	X	X	X	X	X	X	X		X	X	7 3
AMETRINA			X			X			X		3 0
ATRAZINA	X	X	X	X	X			X	X	X	8 5
ANTRACENO	X	X	X		X	X	X	X			7 4
BETA-CIPERMETRINA									X		1 0
BETA-ENDOSULFAN	X	X	X	X	X	X	X		X		6 1
BUTÓXIDO DE PIPERONILO (PBO)									X		1 1
BROMOFOS ETIL				X							1 0
CIS-1,3 DICLOROPROPENO								X			1 1
CLOROFENVINFOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 2
CLOPIRALIDA								X			1 0
CLORPIRIFOS	X	X	X		X	X	X		X	X	8 6
CLORPIRIFÓS ETIL				X				X			2 2
CLORPIRIFÓS METIL		X		X				X			3 0
CLOROTOLURON						X					1 1
CLORTAL-DIMETIL									X		1 0
DDD				X		X	X	X	X		5 1
DDE			X	X		X	X	X	X		6 3
DDT			X	X		X	X	X	X		6 2

SUSTANCIA: ANALIZADA / DETECTADA	Cantábrico	Duero	Ebro	Galicia	Guadiana	Júcar	Miño-Sil	País vasco	Segura	Tajo	Nº Cuencas
DDTS DIRECTIVA 86/280/CEE SUMA MÁXIMA				X		X		X	X		4 2
DELTAMETRINA								X			1 0
DESETILATRAZINA			X			X	X				3 2
DESISOPROPILATRAZINA						X	X				2 1
DIAZINON				X		X	X		X		4 2
DICLOFOP								X			1 0
DICLORVOS		X				X	X		X		4 0
DIELDRIN			X	X		X	X	X	X		6 1
DIFENOCONAZOL								X			1 0
DIMETOATO			X				X				2 1
DISULFOTON							X				1 0
DIURON		X	X		X	X	X	X	X	X	8 7
ENDOSULFAN SULFATO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9 2
ENDOSULFAN								X			1 1
ENDRIN			X	X		X	X	X	X		6 0
ENDRIN CETONA				X				X			2 0
ETHOFUMESATE								X			1 0
ETIL-PARATION								X			1 0
ETOPROFOS				X					X		2 0
FENAMIFOS				X							1 0
FENCLOFOS				X		X					2 0
FENITROTION				X		X					2 0
FONOFOS				X			X				2 0
FOSALONE				X							1 0
GAMMA-CLORDANO				X							1 0
GLIFOSATO					X	X		X	X	X	5 3
HALOXIFOP								X			1 0
HCH SUMA	X			X		X	X	X	X		6 4
ALFA-HCH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 5
BETA-HCH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 6
DELTA-HCH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 4
EPSILON-HCH			X					X	X		3 2
GAMMA HCH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 5
HEPTACLORO	X	X	X	X	X	X	X		X		9 0
HEPTACLORO EPOXIDO	X	X	X	X	X	X	X		X		9 0
HEXACLOROBENCENO		X	X	X	X	X	X	X		X	8 3
IMAZALIL		X			X	X	X				4 3
ISODRIN			X	X		X	X	X	X		6 0

(a) Se han considerado conjuntamente los isómeros o-p'-DDT y p-p'-DDT

Andalucía: 954 90 39 84
andalucia@ecologistasenaccion.org

Aragón: 629 13 96 09 - 629 13 96 80
aragon@ecologistasenaccion.org

Asturies: 985 36 52 24
asturias@ecologistasenaccion.org

Canarias: 928 36 22 33 - 922 31 54 75
canarias@ecologistasenaccion.org

Cantabria: 608 95 25 14
cantabria@ecologistasenaccion.org

Castilla y León: 983 21 09 70
castillayleon@ecologistasenaccion.org

Castilla-La Mancha: 608 82 31 10
castillalamancha@ecologistasenaccion.org

Catalunya: 648 76 11 99
catalunya@ecologistesenaccio.org

Ceuta: 956 50 32 64
ceuta@ecologistasenaccion.org

Comunidad de Madrid: 915 31 27 39
madrid@ecologistasenaccion.org

Euskal Herria: 944 79 01 19
euskalherria@ekologistakmartxan.org

Extremadura: 638 60 35 41
extremadura@ecologistasenaccion.org

La Rioja: 941 24 51 14 - 616 38 71 56
larioja@ecologistasenaccion.org

Melilla: 951 40 08 73
melilla@ecologistasenaccion.org

Navarra: 659 13 51 21
navarra@ecologistasenaccion.org

País Valencià: 965 25 52 70
paisvalencia@ecologistesenaccio.org

Región Murciana: 968 28 15 32 - 629 85 06 58
murcia@ecologistasenaccion.org

 **CONTIGO** PODEMOS HACER
...asóciate • **MUCHO MÁS**
www.ecologistasenaccion.org

