

Noticias y revisión bibliográfica

Notícias e revisão da literatura

News and literature review

Rafael J. García-Villanova¹, Isidro J. Mirón Pérez², Julio Díaz Jiménez³, Cristina Linares³, M^a Luisa González Márquez⁴

¹ RJGV. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca, España.

² IJMP. Distrito de Salud Pública de Torrijos. Consejería de Sanidad, Junta de Castilla-La Mancha, España.

³ JDJ y CLG. Unidad de Referencia en Cambio Climático, Salud y Medio Ambiente Urbano. Escuela Nacional de Sanidad. ISCIII. Madrid, España.

⁴ MLGM. Área de Biocidas. S.G. Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Ministerio de Sanidad, España.

EL ANTHRAX Y LOS "CAMPOS MALDITOS" (por IJMP)

Desde el mes de agosto de 2021 se están [notificando casos de carbunco bacteridiano](#) -así es también llamado el ántrax- en explotaciones ganaderas de España, producido por la bacteria *Bacillus anthracis*. Hasta principios de noviembre se han declarado 77 casos en 24 brotes que afectan a Extremadura y Castilla La Mancha. Potencialmente puede afectar a gran número de especies animales, aunque los casos recientes se refieren principalmente a las especies bovina y equina -hay también dos brotes notificados en explotaciones de porcino ibérico-. Hace al menos 17 años que no se declaraban casos en animales en España, y de ahí la trascendencia que está adquiriendo [a través de los medios de comunicación](#). Sus características principales son una elevada mortalidad y la gran resistencia del agente en el medio, debido a la capacidad de desarrollar formas de resistencia denominadas esporos, con potencial infeccioso, de manera que pueden persistir durante décadas en zonas donde ha habido animales infectados por esta bacteria. Estas zonas son tradicionalmente conocidas por ello como "Campos Malditos".

No es un microorganismo invasivo, por lo que la infección se suele producir en animales por ingestión de alimento contaminado -pastos o forrajes de esos campos contaminados- o más raramente a través de lesiones dérmicas. También es posible la infección por vía respiratoria, por la inhalación de esporos, aunque se considera muy infrecuente. Se ha descrito la posible transmisión por vía indirecta a través de vectores -especialmente de tábanos- portadores de la bacteria tras haber entrado en contacto con un individuo infectado. Es importante señalar el carácter zoonótico de la enfermedad, aunque haya que recordar episodios de bioterrorismo que tuvieron gran repercusión, como los envíos de cartas con esporos en Estados Unidos en 2001

que afectaron a 22 personas, con 5 fallecidos. Aunque en humanos suele presentarse de forma esporádica, en España casi todos los años se notifica algún caso. En el entorno europeo es más frecuente en países como Albania, Georgia o Turquía, considerados endémicos de esta enfermedad. Debido a que se transmite, entre otras causas, por la ingestión de carne contaminada, la seguridad alimentaria es un factor clave en la aparición de focos, razón por la que se dan con mayor incidencia en países en vías de desarrollo. De hecho, los pocos casos que se declaran en humanos en España se presentan generalmente como carbunco cutáneo que afecta principalmente a hombres adultos (agricultores, ganaderos, matarifes, trabajadores de la industria de la piel y el pelo e incluso veterinarios).

La prevención del ántrax o carbunco en las personas está unida al control de la zoonosis. Desde la introducción en la década de 1970 de la vacuna en los herbívoros -aclaremos que históricamente la primera fue la de Pasteur-, se ha reducido drásticamente el número de casos en humanos. Por tanto, el control de los brotes actuales se basa en la vacunación de los animales supervivientes en las zonas contaminadas. Existe un programa de vigilancia y control en España, en aplicación del Reglamento 689/2020, que establece la vigilancia pasiva basada en la notificación obligatoria de cualquier sospecha de carbunco bacteridiano en animales. Cambios climáticos que incrementen las frecuencias de sequías o el deshielo de áreas antes cubiertas permanentemente por el hielo pueden dejar al descubierto zonas de pastos con esporos bacterianos que afecten a los animales herbívoros silvestres o domésticos. En 2015 hubo una serie de brotes de carbunco bacteridiano en Siberia, atribuido a la presencia de sus esporos en pastos antes enterrados en el hielo que mató a más de 2 000 renos y a una persona, de entre 100 afectadas.

SORPRENDENTES RESULTADOS EN LA REEVALUACIÓN DE LA CARCINOGENICIDAD DEL ASPARTAMO (por RJGV)

El aspartamo es un dipéptido formado por la unión de los aminoácidos fenilalanina y ácido aspártico esterificado con metanol. Obtenido por síntesis química de estos tres ingredientes, su mayor éxito se debe a su sabor dulce "limpio y sin sensación residual", que se potencia combinado con sacarina y/o ciclamato. Se usa concentrado, como edulcorante de mesa, o bien disuelto en bebidas refrescantes, derivados lácteos, mermeladas, salsas y postres dulces, entre otros, con dosis máximas entre 350 y 2 000 mg/kg. Se hidroliza con rapidez y de forma total en el tubo digestivo liberando sus mismos productos de síntesis: fenilalanina, ácido aspártico y metanol. Estos son absorbidos y metabolizados de igual manera que los aminoácidos de cualquier proteína y, cuantitativamente, representan mucho menos de lo aportado por la proteína de un alimento en una ingesta normal. El metanol supone solo un 10 % del peso de aspartamo y no es un compuesto extraño al organismo humano -es producido en él de manera natural- y también lo liberan otros alimentos como frutas y verduras, si bien siempre en pequeñas cantidades. Con esta composición y comportamiento en el organismo no era algo que ofreciera *a priori* grandes dudas sobre su tolerancia e inocuidad. Pero, como todo aditivo alimentario, fue sometido a estudios de evaluación y autorizado en 1981 por la FDA (*Food & Drug Administration*, USA) y subsiguientemente en muchos otros países. JECFA (*Joint Expert Committee on Food Additives*) y el antiguo SCF de la C.E. (*Scientific Committee on Foods*) lo evaluaron y reevaluaron varias veces desde 1984. Atendiendo a las dosis observadas en varias pruebas en animales con resultados de escasa importancia, como cambios renales menores y disminución en la ganancia de peso relacionada con un menor consumo de pienso, se obtuvo un valor para NOAEL de 4 000 mg/kg, estableciendo la IDA (Ingesta Diaria Admisible) en 40 mg/kg de peso y día, al aplicar el muy frecuente factor de seguridad de 100. En su [última reevaluación, EFSA \(2013\)](#) no encontró toxicidad aguda, sub-aguda ni sub-crónica, y los ensayos de genotoxicidad *in vivo* e *in vitro* y de carcinogenicidad fueron también negativos. Un solo estudio encontró en rata y ratón indicios que apuntaban a carcinogenicidad en cerebro; otro epidemiológico postulaba cierta asociación de aspartamo y cáncer de cerebro en humanos. Ambos fueron desestimados por EFSA. La estimación de la exposición actual a aspartamo por la población europea mostró que no existía motivo de preocupación puesto que era y es de 36 mg/kg peso y día, en el percentil-95 de la población. No quedaba más limitación de uso que el caso de los individuos fenilcetonúricos homocigóticos -puesto que los heterocigóticos tienen muy poco reducida su actividad fenilalanin-hidroxilasa-, lo que quedaba resuelto mediante la advertencia en el etiquetado. Así pues y tras consulta pública en 2013, de la que recibió más de 200 comentarios, EFSA mantuvo

y emitió su evaluación de riesgo en los términos de las líneas anteriores.

Entre los años 2006 y 2010, el Instituto Ramazzini publicó varios estudios advirtiendo que encontraba que el aspartamo producía tumores en múltiples órganos de ratas y ratones, en una frecuencia que aumentaba con la dosis. Este riesgo aumentado se producía incluso a bajos niveles de ingesta, próximos a la IDA de 40 mg/kg. Y además, la exposición prenatal mostraba en la descendencia un aumento de esos tumores malignos en una medida mayor que lo hiciera en los individuos adultos. Los hallazgos fueron criticados por un sector de la comunidad científica, alegando falta de exactitud en el diagnóstico de los supuestos tumores de tejido hematopoyético y linfóide. Incluso se alegaba que las lesiones pulmonares procedían de reacciones inflamatorias producidas por infecciones de *Mycoplasma pulmonis*. La propia EFSA negó crédito a esos resultados en su reevaluación de 2013. En los siguientes años el Instituto Ramazzini reinició los ensayos, aplicando ahora técnicas de diagnóstico recién actualizadas, como el análisis inmunohistoquímico o la reclasificación morfológica de linfoma o leucemia con los criterios de diagnóstico patológico en roedores también poco antes actualizados. Destaca además el gran número de animales empleados en el estudio anterior y el nuevo -lo que propicia una estadística más fiable- y su mantenimiento en observación hasta su muerte natural. Esto último es infrecuente y especialmente importante, pues la mayoría de los cánceres en humanos (en torno al 80 %) se detectan a partir de los 60 años de vida en humanos, y es frecuente en toxicología sacrificar a los animales a los 2 años de vida, equivalentes a aproximadamente 2/3 de su vida. El reanálisis confirma que el 92 % de la lesiones observadas en el estudio del Instituto Ramazzini eran malignas. Todo esto es destacado en el [Comentario publicado en Environmental Health](#) (Landrigan y Straif, 2021).

Estos autores urgen en sus conclusiones y recomendaciones a emprender un estudio epidemiológico extenso y certero, que complemente los resultados en animales. Los únicos dos existentes (publicados en 2006 y 2012) obtienen resultados divergentes, informando el segundo de una elevada correlación de linfoma no-Hodgkin en varones que bebían una ración al día de agua carbonatada y edulcorada con aspartamo. Esto es especialmente importante, además, en la progenie donde se encuentra acelerada la malignificación en general, según el estudio, pues es frecuente que las mujeres gestantes consuman grandes cantidades de estas bebidas como recurso hipocalórico en su dieta. Los dos autores invitan a las agencias de los países a reevaluar la IDA, especialmente por el riesgo en la exposición prenatal. La IARC ha encargado recientemente un estudio que deberá estar concluido en dos años y medio.

QUÉ SUPONEN LOS NUEVOS VALORES GUÍA DE CALIDAD DEL AIRE DE LA OMS (por JDJ y CLG)

El pasado 22 de septiembre de 2021 la Organización Mundial de la Salud (OMS) daba a conocer su nueva [Guía de Calidad del Aire](#) para las concentraciones de partículas materiales (PM2.5 y PM10), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y monóxido de carbono (CO). Esta nueva guía viene a actualizar los niveles vigentes desde el año 2005. Hay que destacar que las concentraciones que se establecen en esta Guía, denominadas “valores guía”, son valores para la protección a la salud. Es decir, son niveles por encima de los cuales hay suficiente evidencia científica de que existen efectos sobre la salud de las personas. Esos valores no son de obligado cumplimiento, pero sí sirven de base para que los países que así lo deseen los incluyan, sea de forma progresiva o de una sola vez, en sus correspondientes Directivas de Calidad del Aire, lo que supondrá “valores límite” que esos Estados deberán cumplir.

La contaminación del aire representa uno de los más importantes riesgos medioambientales para la salud. Mediante su disminución los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; esta mortalidad se atribuye a la exposición a partículas PM2.5, que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias y cáncer, según muestra la nueva Guía de la OMS. Las personas que viven en países de media y baja renta soportan desproporcionadamente la carga de la contaminación del aire en exteriores. El 91 % de los 4,2 millones de muertes prematuras se producen principalmente en las Regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental de la OMS. Cada vez hay más pruebas que demuestran los vínculos entre la contaminación del aire ambiente y el riesgo de enfermedad cardiovascular. A tal punto que la OMS estima que, en 2016, aproximadamente el 58 % de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras el 18 % se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6 % a cáncer de pulmón. También da cuenta la nueva Guía de la relación observada entre contaminación del aire exterior y aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga.

En referencia a España, [el informe 2020 de la EEA](#) (Agencia Europea del Medio Ambiente) estima que la contaminación atmosférica se relaciona con más de 31 000 muertes/año, de las que 10 000 serían atribuibles a la contaminación atmosférica química a corto plazo (*Environmental Pollution*, 224, 541-557, 2017; *Environment*

International, 116, 18-28, 2018; *Atmospheric Environment*, 187, 107-116, 2018). Diferentes estudios realizados desde el año 2005, en que se publicó la anterior Guía de calidad del aire de la OMS, mostraban que se producían efectos en salud por debajo de los umbrales que se consideraban seguros, en especial en relación a los valores de PM2.5 (*European Journal of Public Health*, 19, 357-258, 2009) y PM10. De hecho, el 90 % de la mortalidad a corto plazo atribuible a las concentraciones de PM10 en España en el periodo 2000-2009 se producía para valores por debajo de 50 µg/m³ de media durante 24 horas, que era el valor guía establecido por la OMS en 2005. Evidencias científicas como las citadas han llevado a la OMS a proponer en su nueva Guía un drástico descenso en los niveles de inmisión de los principales contaminantes presentes en las atmósferas urbanas: PM10, PM2.5, O₃, NO₂, SO₂ y CO. El descenso es mucho más notable para las concentraciones anuales de NO₂. Se pasa de un valor guía de 40 µg/m³ a 10 µg/m³ de media anual. [Según datos de la EEA](#) correspondientes a 2019, solo 7 de las 80 ciudades más pobladas de España cumplirían estos nuevos estándares y ninguna de las 27 capitales de los Estados miembros de la Unión Europea. La nueva Guía deja clara la importancia que para la OMS tiene la contaminación atmosférica sobre la salud y alienta a que los países adopten de forma progresiva a su normativa estatal a valores límite de obligado cumplimiento. En palabras de la Directora General de la OMS, María Neira, “cumpliendo con los niveles guía publicados en esta Guía de Calidad del Aire se podría disminuir hasta el 80 % de la mortalidad atribuible a la contaminación atmosférica”.

LA NECESARIA EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS MATERIALES EN CONTACTO CON EL AGUA DESTINADA A CONSUMO HUMANO (por RJGV)

Una de las innovaciones metodológicas más destacables de la [nueva Directiva 2020/2184](#) es la introducción de la evaluación integral de riesgos y su gestión en todo el ciclo de suministro del agua. Se trata, pues, de una aplicación profunda de lo que la OMS bautizó como Planes de Seguridad del Agua (PSA), que tiene su equivalente metodológico en los Sistemas de Gestión de la Seguridad Alimentaria basados en los Programas de Prerrequisitos (PPR) y los principios del APPCC. Ello supone su aplicación en la zona de captación del agua, durante la extracción, tratamiento, almacenamiento y en la red de distribución urbana y domiciliaria -en el interior de inmuebles- hasta el grifo del consumidor. Establece fechas límite para su diseño y aplicación: julio de 2027, para las zonas de captación, y enero de 2029 para el sistema de distribución domiciliaria, con revisión cada seis años. Referido a esta distribución domiciliaria, se establece el control de dos nuevos parámetros: por primera vez de *Legionella* spp., con un límite de 1000 ufc/L y, en el caso de infecciones o brotes, la obligación de confirmar la especie, localizar

su origen y la recomendación de limitar su recuento por debajo de ese valor paramétrico; en el caso del plomo, no existe novedad en su límite paramétrico (10 µg/l) sino en la recomendación de rebajarlo a 5 µg/l antes del año 2036, sea mediante sustitución de las conducciones o mediante otras medidas técnicas de similar eficacia.

Pero es en la amplia variedad de materiales en contacto con el agua hoy existente donde se pone más énfasis. Los materiales orgánicos, cementosos, metálicos, esmaltados y cerámicos u otros materiales inorgánicos, cuya utilización está autorizada para la fabricación de estas conducciones, depósitos o conexiones, tienen sus componentes aprobados en listas positivas por la legislación europea. Pero la C.E. considera que la Directiva 98/83 concedió demasiada flexibilidad normativa en otros aspectos, lo que ha propiciado sistemas nacionales de homologación distintos en todo el territorio de la Unión. Y considera que en un futuro próximo deberán incluirse las condiciones de utilización y, sobre todo, los límites de migración. Eso supone una evaluación de riesgos de las propias sustancias o componentes de partida, así como de las impurezas y productos de reacción y degradación previsibles durante el uso, a fin de garantizar no solo que no imparten color, olor o sabor al agua, sino que no favorecen el asentamiento de *biofilms* ni el crecimiento microbiano en el agua, ni ceden componentes tóxicos que comprometan la salud pública. Esa evaluación de riesgos, basados en su toxicidad, determinará las especificaciones que deberán cumplir. Con toda esa información recogida por ECHA (Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas), este organismo deberá proponer a la C.E. las nuevas listas actualizadas con sus especificaciones de uso, incluyendo o suprimiendo sustancias o componentes, para que la Comisión pueda revisar las listas en un plazo de quince años.

Gracias a los avances de la Toxicología como ciencia aplicada, con las cada vez más extensas baterías de ensayos toxicológicos disponibles y el informe de ECHA, la C.E. afirma sentirse en disposición de establecer: 1) antes de 2024, metodologías para ensayar y aceptar sustancias de partida, componentes que vayan a incluirse en listas positivas europeas, incluidos los límites de migración específica; 2) antes de enero de 2024, procedimientos y métodos para ensayar y aceptar materiales finales utilizados en un producto elaborado a partir de materiales o sustancias de partida de las listas positivas europeas, y 3) antes de 2025, las propias listas positivas europeas de sustancias de partida o componentes, para cada grupo de materiales (orgánicos, cementosos, metálicos, esmaltes y cerámicos u otros materiales inorgánicos).

Ello reviste importancia en particular en lo referente a las conducciones y contenedores poliméricos de síntesis, tan extendidos hoy y para los que la propia

EFSA a los pocos años de su fundación en 2002 mostró su preocupación. La irrupción en pocas décadas de estos materiales había propiciado que en ocasiones la autorización administrativa para su uso no fuera precedida de una evaluación toxicológica exhaustiva, algo que por otra parte encontraba como limitación la escasa disponibilidad de test de toxicidad de las décadas pasadas. Y parece haberse hecho eco la C.E. de la preocupación que manifestaron el pasado año 2020 el grupo de 33 científicos ambientalistas y especialistas en biología del desarrollo, endocrinología, toxicología, epidemiología y salud pública, que publicaron su célebre [declaración en la revista *Environmental Health* \(2020\)](#) sobre los materiales en contacto con los alimentos. Daban cuenta de las lagunas aún existentes en la seguridad de muchos de los componentes autorizados, o simplemente tolerados, por no estar químicamente caracterizados o evaluados, o por no existir en muchos de ellos un conocimiento de su grado de liberación e incorporación al alimento.

EL IMPACTO AMBIENTAL Y SOBRE LA SALUD DEL AGUA EMBOTELLADA versus LA DEL GRIFO (por RJGV)

De la contaminación ambiental por plásticos, el caso de las botellas para bebidas generalmente de un solo uso es el que más ha alarmado en los últimos años. Muy común en países de alta y media renta, este tipo de envase se ha hecho ya universal al haber llegado a países en que la seguridad sanitaria del agua, sea a través de conducciones de distribución urbana o directamente recogida de la naturaleza y sin tratamiento por el usuario, ha propiciado un masivo consumo de agua embotellada. Ello ha afectado a entornos naturales, incluidas las masas de agua continentales o marinas, en la llamada "contaminación visual". Pero no es esta contaminación visual lo único, ni lo más lesivo al medio natural. En las últimas décadas del pasado siglo, ya se conoció cómo afectaba a la fauna marina: peces, moluscos, pájaros, tortugas, delfines, focas y ballenas, sea atrapados o en cuyo tubo digestivo se han encontrado enormes trozos, generalmente por confundirlos con especies propias de su alimentación. Ya en nuestro siglo, se ha estudiado el fenómeno también en las masas de agua continentales, en el suelo y en el aire, conociendo también su efecto sobre la fauna acuática. Pero la investigación de la última década ha reconocido los fragmentos de menor tamaño, a los que se ha llamado micropartículas (las de 5 µm a unidades de µm), confirmando su ingreso en la cadena trófica acuática desde sus niveles más bajos, como es el fitoplancton. De esta manera ya se conoce que su presencia alcanza a los alimentos y bebidas, incluida el agua.

En uno de sus considerandos previos al articulado, la nueva Directiva 2020/2184, del agua de consumo humano, considera que "aumentar la confianza de los

ciudadanos en el agua que se suministra y en los servicios relacionados con ella, debe conducir a un incremento del uso del agua del grifo como agua para beber, lo que podría contribuir a la reducción del uso de plásticos, de los residuos y de las emisiones de gases de efecto invernadero, y tener una repercusión positiva en la mitigación del cambio climático y en el medio ambiente en su conjunto".

Pero ¿cómo cuantificar el impacto ambiental del consumo de agua embotellada con respecto a la de grifo?, o ¿el impacto sobre la salud de la población?, siendo que son diferentes. Cada una de ellas tiene actualmente una metodología basada en un *software* propio. Pero ha sido posible también calcular ambas en la ciudad de Barcelona. Las [investigadoras del Instituto de Salud Global](#) de esa ciudad, Cristina Villanueva y Cathry Tonne, en colaboración con el Grupo de Ingeniería y Microbiología Ambiental de la UPC, usaron el método ReCiPe, que permitió estimar el daño a los ecosistemas y a la disponibilidad de recursos, así como los impactos indirectos en la salud humana derivados del proceso de producción de una u otra agua. Los resultados mostraron que, si toda la población de Barcelona decidiera consumir solo agua embotellada abandonando la del grifo, la producción de botellas requerida tendría un peaje de 1,43 especies animales o vegetales perdidas por año y un costo de 83,9 millones de dólares por año por la extracción de materias primas. Comparado con la situación opuesta, un consumo exclusivo de agua de grifo por toda la población, la anterior supone un impacto unas 1.400 veces mayor en los ecosistemas y unas 3.500 veces mayor en los costos de extracción de recursos. Sin embargo, reconocen que un cambio completo al agua del grifo aumentaría el número total de años de vida perdidos en la ciudad de Barcelona a 309. Pero esto supone solo una media de aproximadamente 2 horas de esperanza de vida perdidas, si se repartiese por igual entre todos los residentes de Barcelona. E indican que añadir un filtro doméstico al agua del grifo reduciría este riesgo considerablemente, rebajando el número total de años de vida perdidos a 36.

ESTRATEGIAS INNOVADORAS Y NUEVAS HERRAMIENTAS PARA REDUCIR LOS EFECTOS EN LA SALUD DE LOS FITOSANITARIOS (por MLGM)

La comercialización de los fitosanitarios en la Unión Europea (UE), al igual que en Estados Unidos (EEUU) y otras partes del mundo, va precedida de una rigurosa evaluación de los riesgos asociados a su uso, en el que se consideran tanto a los aplicadores del producto, como a los trabajadores del campo que realizan sus labores en los cultivos tratados y terceras personas que, por vivir en las cercanías o por ser transeúntes, pueden quedar expuestos a tales sustancias y mezclas químicas, por las derivas que pueden sufrir tras su aplicación. La metodología para la evaluación del riesgo en lo que se

refiere a la salud humana se basa, para la mayoría de los peligros, en la determinación de puntos de partida que se calculan a partir de ensayos de toxicidad específicos para cada ruta, y de los que se derivan dosis que se consideran seguras para las personas. La evaluación de la exposición a la que estarán sujetos los colectivos mencionados está basada, en una mayoría de ocasiones, en modelos que permiten caracterizar el riesgo y tomar una decisión sobre su aprobación o no, tanto de las sustancias activas como de las formulaciones que se presentan en el mercado. Los principios de la evaluación del riesgo son los mismos si hablamos de biocidas o de sustancias y mezclas químicas industriales en la UE.

Si bien esta metodología ha supuesto un avance en el logro de un uso más seguro de los plaguicidas, puede ser susceptible de mejora, máxime cuando existen nuevas herramientas que permiten alcanzar niveles de conocimiento superiores en relación con el efecto que ejercen estas sustancias y mezclas sobre el organismo humano, y la respuesta que se obtiene tras la interacción. Estas limitaciones han sido puestas de manifiesto por el autor del artículo publicado el pasado mes de agosto en la revista *Environmental Health*, Charles Benbrook y sus colaboradores con el título [Commentary: Novel strategies and new tools to curtail the health effects of pesticides](#). Subrayan las debilidades del actual sistema y sugieren cuatro soluciones que a su juicio permitirían reducir los efectos adversos en la salud humana de los productos que se utilizan para la protección de las plantas. El artículo comienza señalando los perjuicios económicos, medioambientales y de otra índole que se han derivado de un uso abusivo de fitosanitarios, como la pérdida de árboles y cultivos por el dicamba, pérdida de biodiversidad, disminución de insectos polinizadores, envenenamientos agudos, creación de resistencias y disminución de la actividad de algunos fármacos utilizados en el control de infecciones.

También señala algunos efectos observados en poblaciones humanas, que no fueron previstos durante la etapa de evaluación, como fueron los daños neurológicos producidos por el clorpirifos, la asociación de la exposición a herbicidas basados en glifosato y el linfoma no-Hodgkin y el impacto negativo sobre la fertilidad de múltiples plaguicidas. El investigador sostiene que la consecuencia de realizar este tipo de evaluación y las medidas de mitigación del riesgo aplicadas, han sido la causa de que se haya postergado por años la investigación del rol que ha jugado el paraquat en la etiología de la enfermedad de Parkinson, el impacto de la exposición prenatal a los herbicidas basados en glifosato sobre los nacimientos prematuros, la microbiota intestinal y el hígado graso de origen no alcohólico, así como las exposiciones que conducen a autismo y enfermedades autoinmunes. Los puntos débiles de la metodología científica que respalda la regulación y la evaluación del riesgo de los plaguicidas pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Cuestiones relativas a los formulados. Para conseguir una eficacia óptima, a las sustancias activas se añaden otros “ingredientes inertes” con diferentes funciones, como mejorar la adhesión o permitir que la sustancia con efecto traspase con mayor facilidad la epidermis de las hierbas. Algunos de estos co-formulantes son de elevada toxicidad, como es el caso de los surfactantes empleados en los herbicidas basados en glifosato, en los que se ha observado que pueden provocar daño ocular, irritación dérmica, linfoma no-Hodgkin y desórdenes gastrointestinales. Sin embargo, en EEUU, la mayoría de los registros de plaguicidas están basados en la información que proviene de la sustancia activa. Por otra parte, en ocasiones son varias las sustancias activas que participan en el formulado, sin que exista información sobre sus posibles efectos concomitantes. Hay suficiente cantidad de publicaciones que ponen de manifiesto el distinto perfil de riesgo de los formulados en relación con el de los ingredientes activos. Por último, no ayuda el hecho de que la composición de los formulados se considere información confidencial, a la que ni los trabajadores ni los científicos tienen acceso.

2. Las exposiciones laborales son un elemento secundario. Esta afirmación se basa en las siguientes reflexiones: A) Llama la atención la diferencia de datos disponibles de exposición laboral, en contraste con los existentes de exposición por la dieta. B) Las estimaciones para la absorción dérmica suelen basarse en los datos de la sustancia activa, y no del formulado. C) Se asume que los equipos de protección individual son apropiados, y que los trabajadores los utilizan correctamente. D) Se considera aceptable asumir mayor nivel de riesgo para los trabajadores del campo en relación con el público en general.

Sin embargo, los datos de exposición en los que se basan los expedientes son pobres y se suelen basar en modelos, mientras que la información real obtenida en campañas de biomonitorización muestran niveles de absorción superiores a los previamente estimados. Un trabajador que aplica un espray que contiene ingrediente activo durante 6 horas al día, experimenta una exposición más de 100 veces superior al operador que aplica una cantidad del mismo ingrediente 1 000 veces superior desde una cabina cerrada de un tractor. Las estimaciones para la absorción dérmica se llevan a cabo mediante ensayos *in vitro*, que subestiman los valores de penetración.

3. Evaluación de escenarios de exposición de la vida real. Si bien los métodos de ensayo aplicados son los establecidos en las guías de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la mayoría de ellos se basan en determinar la dosis máxima tolerada por el animal de experimentación, mientras que existen efectos que se producen a dosis muy bajas con respuestas

no lineales, cuando se dan en determinadas etapas del desarrollo fetal. Las guías de la OCDE no están diseñadas para detectar este tipo de efectos. Sin embargo, se han desarrollado estrategias novedosas basadas en nuevas tecnologías denominadas “ómicas” (metabolómica, transcriptómica, genómica, metagenómica e incluso epigenómica), que podrían proporcionar información muy relevante sobre la exposición a la que realmente se someten las poblaciones. Un ejemplo es la activación de rutas de respuesta al estrés, que sí pueden ponerse de manifiesto con dichas técnicas, o las modificaciones en el metabolismo de mujeres gestantes expuestas a mezclas de plaguicidas.

La detección de pequeñas cantidades de RNA en muestras de orina de individuos que ingirieron grandes dosis de paraquat o glifosato, permitirían identificar un daño renal agudo. También, se han desarrollado ensayos mecanicistas que permitirían la identificación de elementos clave de carcinógenos humanos. Sin embargo, no se contemplan estas técnicas en los paquetes de requerimientos de datos.

4. Evaluación del riesgo basada en estudios proporcionados por la industria frente a estudios publicados por científicos independientes. Es habitual que los estudios que provienen de científicos independientes sean puntuados con menor peso que los realizados bajo Buenas Prácticas de Laboratorio, en cumplimiento de las guías de la OCDE, cuando se considera el “peso de la evidencia” en la evaluación de las sustancias y mezclas. Esto se puso de manifiesto cuando la EPA determinó en 2015 que el glifosato era una sustancia probablemente no carcinógena para humanos, mientras que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), lo catalogó como probablemente carcinógeno para humanos, también en 2015.

5. Exposiciones concurrentes múltiples y poblaciones vulnerables. Los datos de biomonitorización generados por el Centro de Prevención y Control de Enfermedades de EEUU (CDC) demostraron que el 90 % de la población contenía en su cuerpo metabolitos de algunos plaguicidas, así como de otras sustancias químicas. Sabemos que no todos los miembros de la población son igualmente vulnerables a esta circunstancia. La presencia de la enzima paraoxonasa permite a algunas personas hidrolizar la mayoría de insecticidas organofosforados en plasma e hígado. Bajos niveles de esta enzima incrementan la posibilidad de interferir en el desarrollo neurocomportamental de los niños. Además, factores como la malnutrición y las deficiencias vitamínicas pueden empeorar los efectos tóxicos de los plaguicidas.

Cuatro soluciones para disminuir los efectos adversos en salud de los plaguicidas:

1. La ciencia independiente en apoyo de la regulación y la evaluación del riesgo es necesaria.

El investigador propone cambiar el enfoque actual, por el cual la empresa interesada en aprobar la sustancia o el producto presenta los estudios realizados bajo su encargo, por otro sistema por el cual esta empresa pagaría a la agencia reguladora la cantidad necesaria para financiar estos los estudios en los laboratorios adecuados y realizados por científicos independientes. Otra posibilidad sería que se declarasen públicamente los estudios encargados por las empresas con carácter previo a su ejecución para evitar que los resultados desfavorables sean ocultados.

2. Invertir en medidas directas de la exposición.

Con más datos de biomonitorización, se podría comprobar el impacto que las prácticas llevadas a cabo en una zona tienen en poblaciones vulnerables. Esto sería muy útil para comprender, por ejemplo, el efecto que el incremento del uso de algunos plaguicidas como 2,4-D, dicamba o glufosinato, aplicados en sustitución del glifosato, están teniendo en la población. Hay que señalar que en Europa se están llevando a cabo programas de biomonitorización, como el HBM4EU.

3. Otorgar más peso a los datos mecanicistas.

Son muchos los plaguicidas capaces de alterar el DNA de las células pudiendo producir efectos carcinógenos, mutágenos y otros. Los protocolos que actualmente se aplican para determinar la genotoxicidad no son capaces de detectar el 100 % de los casos. Sin embargo, nuevas técnicas pueden identificar compuestos genotóxicos con alta precisión y caracterizar su modo de acción a través del estrés oxidativo. Por otra parte, nuevos hallazgos sugieren que a través de la metabolómica se pueden detectar los cambios del microbioma intestinal causados por la exposición a atrazina, diazinón, herbicidas basados en glifosato o triclofon, lo que puede estar a su vez ligado a muchos efectos adversos en niños y jóvenes adultos. Recientemente, se han empezado a oír propuestas para incluir este tipo de información en la evaluación del riesgo.

4. Unir herramientas científicas para acelerar el progreso.

Se necesitan nuevos enfoques para integrar la genética y genómica, toxicología, ciencia clínica y epidemiología. Una estrategia prometedora es la aplicación de la metabolómica basada en la búsqueda de marcadores de alteración epigenética en los patrones de expresión de genes en sangre, médula ósea, y microbioma intestinal. Los estudios metabolómicos permiten utilizar rangos de dosis del mismo orden que los niveles de exposición actuales de las poblaciones humanas, a diferencia de los estudios regulatorios típicos de altas

dosis. Actualmente, el Estudio Global de glifosato que se está llevando a cabo integrando técnicas mecanísticas y toxicología tradicional, ha permitido explorar los efectos de aquél sobre el intestino, y ha revelado que tanto el glifosato como los herbicidas basados en él, inhiben la ruta shikimate en su microbioma.

Conclusiones

Los avances en la regulación y evaluación del riesgo de plaguicidas son particularmente importantes en lo que se refiere a la exposición de los aplicadores y trabajadores, teniendo en cuenta que estos se enfrentan a formulados cuya evaluación se ha basado mayoritariamente en datos del ingrediente activo. Los co-formulantes también deberían darse a conocer. El único modo de incrementar la seguridad de los fitosanitarios es reducir su uso, y aplicar los principios del control integrado de plagas. Las nuevas estrategias y herramientas son esenciales para obtener ventaja del conocimiento mecanicista. Estas técnicas innovadoras son necesarias para identificar mejor las exposiciones reales. Es necesaria más inversión en investigación pública y privada.

Para finalizar, y a juicio de quien firma esta reseña, aun reconociendo la validez de las conclusiones, se señala que las afirmaciones que se hacen en este artículo parecen ajustarse más a las evaluaciones realizadas por la Agencia de Protección Medioambiental de EEUU (EPA), que a las de la Autoridad Alimentaria Europea, EFSA, que difieren en algunos aspectos a las reflejadas en el artículo.

TEMPERATURAS EXTREMAS Y PARADA CARDIACA EXTRAHOSPITALARIA (por IJMP)

Existen numerosos estudios que relacionan las temperaturas extremas con la morbi-mortalidad, por causas fundamentalmente respiratorias y circulatorias. Dentro de estas últimas, la OHCA (*Out of Hospital Cardiac Arrest*) está con frecuencia relacionada con factores ambientales. Así, estudios realizados en diversos países, como Alemania o Australia, han evidenciado la relación entre las temperaturas extremas (olas de frío y olas de calor) y el aumento de la incidencia de OHCA. En Israel se da la circunstancia de ser un país de pequeña extensión, pero con una importante variabilidad climática y un sistema de información sanitaria y meteorológica bastante robusto. Por eso siempre es interesante seguir la publicación de trabajos que relacionen variables ambientales con indicadores sanitarios en un contexto de cambio climático, especialmente cuando provienen de un país con el que compartimos el Mar Mediterráneo y, por tanto, con características climáticas similares en parte de nuestro territorio.

En esta ocasión, Hannan Kranc, Lena Novack y colaboradores, del Departamento de Salud Pública de la

Facultad de Ciencias de la Salud en la Universidad Ben-Gurion, de Negev, han publicado en *Environmental Health* un trabajo en el que estudian la relación de la exposición a [temperaturas extremas con el aumento de casos de parada cardíaca extrahospitalaria](#), excluyendo del análisis las causadas por accidentes. También introducen en el modelo estadístico la humedad relativa y el llamado "heat index", es decir, la acción conjunta de la temperatura con la humedad relativa.

Las asociaciones estadísticas son establecidas mediante un diseño de casos cruzados (*case-crossover*) con el que se calculan "Odds Ratio" (OR) para medir los efectos de las variables ambientales introducidas en el análisis sobre los casos de OHCA. El principal hallazgo del estudio es la fuerte asociación entre las temperaturas altas extremas, junto con baja humedad relativa, sobre el aumento de eventos por OHCA. También encuentran relación con las bajas temperaturas, aunque no tan evidente. Llamam la atención sobre la relación inversa obtenida entre humedad relativa y OHCA en contraste con muchos estudios publicados. No obstante, podríamos señalar que es coherente con que en climas mediterráneos las altas temperaturas extremas se correlacionen con días de baja humedad relativa -días secos y calurosos-, como [también ocurre en España y así se constató en otros estudios](#) (*European Journal of Epidemiology*, 14, 571-578, 1998) que relacionan variables meteorológicas con la mortalidad.

ADAPTACIÓN A LA NUEVA DIRECTIVA DE AGUAS DESTINADAS A CONSUMO HUMANO DE LOS SUBPRODUCTOS DE CLORACIÓN-DESINFECCIÓN (por RJGV)

Uno de los mayores hitos en Salud Pública ha sido el descubrimiento y empleo del cloro para la desinfección de las aguas destinadas a consumo humano, desde que a principio del pasado siglo XX se comenzara a usar. Pensada para inactivar los microorganismos patógenos -materia orgánica viva- potencialmente presentes, no fue hasta el último cuarto de ese siglo cuando se conoció que la inevitable reacción con la materia orgánica no viva de las aguas, también naturalmente presente, producía compuestos de baja masa molecular cuya toxicidad a largo plazo debía ser estudiada. Son los llamados subproductos de cloración-desinfección. Desde entonces, analistas químicos y químico-físicos, toxicólogos, médicos preventivistas y epidemiólogos, ingenieros químicos e industriales y responsables políticos en Salud Pública han destinado grandes esfuerzos a la detección y monitorización de la ingente diversidad de compuestos hoy conocidos - ya más de 600-, al estudio de sus precursores y de sus mecanismos de formación; a la selección del recurso natural -la masa de agua- para abastecimiento o el tratamiento más

adecuado, y a la evaluación del riesgo y fijación de límites legales o recomendados. Y todo ello hacerlo compatible con el objetivo prioritario de la cloración, *i.e.*, mantener el agua exenta de microorganismos patógenos frente a una incierta probabilidad de que se pudiera derivar a largo plazo efectos adversos sobre la salud. Después del año 1976 en que se publicara el primer ensayo de toxicidad del cloroformo -el primero conocido y más abundante- en ratas y ratones, se han realizado muchos otros y, a la vez, estudios epidemiológicos sobre el consumo de agua clorada y prevalencia de cáncer; y más tarde, sobre agua clorada y efectos adversos sobre la reproducción.

Durante la década de 1990 se llevaron a cabo ingentes esfuerzos para optimizar los tratamientos convencionales de potabilización de las aguas. Esto ha sido especialmente difícil para las plantas abastecidas con aguas superficiales, por su mayor contenido en materia orgánica natural y su mayor carga microbiana. Y especialmente costoso para países como España donde mayoritariamente se dan estas dos circunstancias y, además, mayor temperatura media del agua. Desde que en 2008 entró en vigor el actual valor paramétrico de 100 µg/L para trihalometanos (THMs) en la U.E., el problema parece resuelto, pero el hallazgo continuo de nuevos subproductos de desinfección -los llamados emergentes- ha disparado de nuevo el diseño de ensayos biológicos sobre ellos, con resultados recientemente conocidos o por conocer en los próximos años.

Fruto de más de 25 años de investigación sobre los subproductos de desinfección-cloración de las aguas, la monografía [Subproductos de Desinfección-Cloración del Agua](#) trata de poner al día lo conocido de la reacción del cloro -con gran diferencia el desinfectante universal- con la materia orgánica natural de las aguas, su forma de aplicación, los procedimientos de optimización del tratamiento para la atenuación de su formación y, finalmente, revisa y evalúa lo conocido sobre los efectos para la salud de muchos de ellos, discutiendo la difícil interpretación epidemiológica cuando coinciden en un mismo agua. El autor, asesoró durante años a industriales del tratamiento de aguas y evaluó para el Gobierno regional la adaptación paulatina al nuevo límite en las poblaciones de Castilla y León con aguas que presentaran mayor potencial de formación de THMs. La nueva Directiva 2020/2184 de las aguas destinadas a consumo humano mantiene el mismo límite para THMs, pero añade ácidos haloacéticos (60 µg/L) y clorito y clorato (250 o 700 µg/L, según el reactivo de desinfectante). Tanto en lo referente a optimizar el proceso de potabilización y cumplir con estas nuevas exigencias, como en la evaluación de riesgo en las excepcionales ocasiones en que no sea posible mantener los nuevos límites, esta monografía es de gran ayuda.

ANALYSIS OF VULNERABILITY TO HEAT IN RURAL AND URBAN AREAS IN SPAIN (por JDJ y CLG)

La Organización Mundial de la Salud en Europa ha publicado recientemente una [Guía de actualización de los Planes de Prevención ante las altas temperaturas](#). En ella, se afirma que dichos planes han de basarse en temperaturas umbrales de definición de ola de calor que se calculen epidemiológicamente a partir de la relación temperatura-mortalidad y a nivel local. De este modo, las [características diferenciales de tipo geográfico, socioeconómico y demográfico](#) (*Environment International*, 85, 273-283, 2015) que existen entre distintas áreas territoriales quedarían reflejadas. [Diversos estudios](#) (*Environment International*, 116, 10-17, 2018) han puesto de manifiesto que el carácter rural o urbano de las áreas territoriales a estudio, juega un papel muy importante en el impacto que las altas temperaturas tiene sobre la mortalidad de la población. Pese a ello, no existen prácticamente análisis a nivel internacional ni nacional en los que se analice la vulnerabilidad a las altas temperaturas según el carácter urbano o no urbano de un municipio.

En el artículo anteriormente citado (2018) y objeto de esta recensión, se realizó un estudio en los municipios de 10 provincias españolas representativas en las que se han seleccionado 42 áreas que agrupan municipios de más de 10.000 habitantes, atendiendo tanto a su localización geográfica y, por tanto, a sus características climatológicas y también a su naturaleza urbana o no urbana. El criterio para fijar el carácter urbano o no urbano se ha basado en la [clasificación DEBURGA de Eurostat](#). El periodo de tiempo analizado ha sido el comprendido entre el 1 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2013. En primer lugar, para cada una de estas zonas se ha calculado la temperatura umbral de definición de impacto sobre la mortalidad de las olas de calor (Tumbral) siguiendo la [metodología utilizada en otros estudios en España](#), como el primero citado (2015). Esta Tumbal está basada en el análisis epidemiológico de la evolución temporal de la mortalidad diaria por causas naturales en función de la temperatura máxima diaria registrada. Para cada una de estas temperaturas umbrales se ha calculado el percentil al que corresponde dicha temperatura en la serie de temperaturas máximas de los meses de verano (junio-septiembre). Este percentil se considera un indicador de la vulnerabilidad al calor. Percentiles altos muestran baja vulnerabilidad mientras que percentiles más bajos indican una mayor vulnerabilidad al calor.

La segunda fase del análisis realizado en el estudio se basa en determinar el papel que juegan en la distribución de estos percentiles otros factores como la aridez, la exposición habitual a altas temperaturas, el índice de deprivación, el porcentaje de mayores de 65 años, el índice de ruralidad, el año de construcción de la vivienda (si es anterior o posterior a 1980) o el estado de

la vivienda. En esa segunda fase se han utilizado modelos lineales mixtos de la familia *Poisson*.

Los resultados encontrados muestran que la ruralidad es un factor protector ante las altas temperaturas en España. La vulnerabilidad al calor en áreas urbanas es seis veces mayor que en áreas rurales. Son factores de riesgo frente a las olas de calor: la aridez, vivir en lugares fríos, es decir, que estén poco habituados a las altas temperaturas, la pobreza y que la vivienda no esté bien habitada. Además, resultan más vulnerables al calor aquellas personas con peores condiciones de trabajo. Los resultados de este estudio sugieren que en España la población urbana es más vulnerable al calor que la rural. Las causas podrían estar en las características de los edificios, los estilos de vida, la exposición a contaminantes y a las diferencias culturales entre ambas poblaciones. Por tanto, la mayor vulnerabilidad al calor en algunas regiones podría explicarse en función del tipo de clima y de la deprivación en términos de recursos económicos y del estado de los edificios. De nuevo este tipo de investigaciones ponen de manifiesto el papel esencial que juegan los factores locales en la implementación de los planes de prevención frente a las altas temperaturas dentro del contexto del cambio climático y a la necesidad de desarrollarlos a la menor escala posible, así como al cálculo para cada lugar de las temperaturas de definición de ola de calor basadas en el impacto en salud.

PLAN ESTRATÉGICO DE SALUD Y MEDIOAMBIENTE (por MLGM)

El Pleno extraordinario del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud en conjunción con la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, han aprobado recientemente el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente para el periodo 2022-2026.

Este Plan, que se engloba dentro de la Estrategia de Salud Pública contemplada en la Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública, tiene como objetivo disminuir los riesgos para la salud de la población derivados de los factores ambientales y sus condicionantes; disminuyendo la carga de enfermedades causadas por ellos, identificando nuevas amenazas derivadas y facilitando el desarrollo de políticas en materia de salud ambiental.

El Plan parte del reconocimiento de la estrecha relación existente entre los factores ambientales y la salud humana. De acuerdo con los datos de la OMS, un 24 % de la carga mundial de morbilidad y un 23 % de la mortalidad son atribuibles a factores medioambientales, lo que supone 12,6 millones de muertes cada año. Estos porcentajes se ven reducidos en las regiones desarrolladas, aunque siguen siendo relevantes.

Para valorar la situación en España, es preciso contar con la información que proporcionan los estudios de vigilancia y los planes específicos que se han establecido para algunos de los factores. Si bien existen instrumentos para evaluar el impacto ambiental, sería conveniente evaluar también el impacto en salud. La Ley General de Salud Pública contempla este aspecto, pero no está totalmente desarrollado por el momento.

El estudio de la influencia de los factores ambientales en la salud de las personas es objeto de la epidemiología ambiental, que es la herramienta que permite inferir la relación entre la exposición y sus efectos sobre la salud humana, identificando las causas ambientales de las enfermedades. En este abordaje, se reconoce que los determinantes sociales de la salud se encuentran estrechamente relacionados con el proceso salud-enfermedad, por lo que, en el análisis que se ha llevado a cabo, las desigualdades sociales en salud han merecido especial atención. Por último, se ha tenido en cuenta el factor económico, que permitirá tomar decisiones orientadas a una mayor eficiencia de los recursos destinados a la prevención de los impactos sanitarios ambientales.

El Plan contempla, entre sus objetivos estratégicos, avanzar en el cumplimiento y aplicación efectiva de la Ley General de Salud Pública en el ámbito de la salud ambiental y cuenta con un enfoque globalizador, diseñado para ser aplicado de forma continua y que además será sometido a evaluación periódica. Para permitir este enfoque, se establecen unos ejes transversales que inspiran la ejecución de este instrumento de planificación estratégica y que son: la equidad; el enfoque de género; la transparencia y rendición de cuentas; la sostenibilidad; el principio de Salud en Todas las Políticas, y por último, el enfoque *One Health*.

Con el fin de concretar las programaciones y establecer objetivos precisos, se desarrollan 14 áreas temáticas para las que se definen líneas de intervención específicas. Se establecen objetivos y acciones concretas de gestión, organización y coordinación, distinguiéndolas de los objetivos y acciones de formación y comunicación del riesgo, así como de las de investigación.

Las áreas consideradas son las siguientes:

- Riesgos del clima
- Temperaturas extremas
- Calidad del aire
- Calidad del agua
- Vectores transmisores de enfermedades
- Productos químicos
- Residuos
- Contaminación industrial
- Radiactividad natural

- Campos electromagnéticos
- Radiación ultravioleta
- Ruido
- Calidad de ambientes interiores
- Ciudades saludables

Como exige cualquier acción de planificación, este instrumento establece también el modo en el que se puede comprobar su estado de gestión y ejecución, así como el logro de las metas propuestas, a través de las herramientas de seguimiento, evaluación e indicadores que allí se especifican.

Finalmente, hay que señalar que antes de elaborar este Plan, se ha realizado una importante labor de investigación y documentación, llevando a cabo una evaluación del riesgo que ha permitido elaborar este documento ejecutivo. El Plan se ha sometido a consulta pública, y se han recogido las aportaciones de organismos, empresas, asociaciones y particulares, que se han tenido en cuenta para su redacción final.

La SESA comparte los mismos intereses que el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente defiende, y su influencia, así como la labor que nuestra Sociedad lleva a cabo, se reconoce en diversas partes del documento (<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/pesma/home.htm>).