

Noticias y revisión bibliográfica

Notícias e revisão da literatura

News and literature review

Rafael J. García-Villanova¹, M^a Luisa González Márquez², M^a Elisa Gómez Campoy³, Isidro J. Mirón Pérez⁴, Javier Reinares Ortiz de Villajos⁵

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

² MLGM. Subdirección Gral. Sanidad Ambiental y Salud Laboral. M^o Sanidad, Consumo y B.S., España.

³ EGC. Dirección Gral. de Salud Pública y Adicciones. Consejería de Salud. Comunidad A. Región de Murcia, España.

⁴ IJMP. Distrito de Salud de Torrijos, Toledo. Consejería de Sanidad de la J.J.CC de Castilla- La Mancha, España.

⁵ JROV. Dirección General de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid, España.

LA FLORA Y FAUNA DEL MAR MENOR HABRÍAN MUERTO MASIVAMENTE EN EL 80 % DE LAS AGUAS TRAS LA DANA (por EGC)

Miles de peces y crustáceos salieron del agua del Mar Menor en Lo Pagán (San Pedro del Pinatar, Murcia) en busca de oxígeno el pasado 12 de octubre. Las imágenes y videos recorrieron el mundo. Un informe del Instituto Español de Oceanografía (IEO) ha alertado de que la flora y la fauna del Mar Menor habrían muerto masivamente en el 80 % de la laguna salada, en área y en volumen, tras el episodio de [fuertes lluvias provocadas por la DANA](#) (Depresión Aislada en Niveles Altos) el pasado mes de septiembre. Los investigadores del IEO alcanzan estas conclusiones tras constatar [la muerte masiva de especies y poblaciones de los fondos de la laguna](#) situados a una profundidad superior a los tres o cuatro metros, según la zona. "A partir de los cuatro metros de profundidad se murió todo en el Mar Menor después de la DANA porque se quedó sin oxígeno", según fuentes del IEO que explican que [unas extensiones muy altas de las aguas profundas de la laguna se quedaron sin oxígeno](#). Asegura que la mortandad de peces y crustáceos no se produjo solo en las playas de Lo Pagán, sino en amplias zonas de la laguna. De hecho, este informe encargado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades al IEO establece que el alga *Caulerpa prolifera* estaba muerta o moribunda en la mayoría de las zonas; mientras que las holoturias estaban muertas y evisceradas. En cambio, los científicos del IEO observaron todavía vivos y activos numerosos ejemplares de gasterópodos del género *Hexaplex*. "En un principio, los bivalvos parecían debilitados, pero en siguientes inmersiones todos aparecían muertos", remarca el informe. Asimismo, destacan que los góbidos, que aparecían vivos en las primeras inmersiones, habían muerto en las últimas visitas, corriendo la misma suerte que las anémonas y poliquetos, que estaban aparentemente vivos al principio y se encontraron todos muertos a los pocos días.

Según fuentes del citado organismo, los efectos de la DANA no pueden ser explicados si no se tiene en cuenta todo el proceso de degradación que ha sufrido el Mar Menor a consecuencia de las **entradas de nutrientes en la laguna durante décadas**, y la transformación que ha tenido toda la cuenca de drenaje que representa el Campo de Cartagena. Este informe recoge, a su vez, gran parte de las conclusiones de otro estudio realizado por diez científicos de diferentes instituciones: Instituto Español de Oceanografía (IEO), Cebas-CSIC, Fundación Nueva Cultura del Agua y Universidades de Murcia, Alicante y Politécnica de Cartagena, el *Informe de síntesis sobre el estado actual del Mar Menor y sus causas en relación a los contenidos de nutrientes*, que destaca que, durante décadas, los aportes de nutrientes (fundamentalmente nitratos, aunque también fosfato y amonio) y materia orgánica al Mar Menor han **forzado el cambio del sistema, originalmente oligotrófico, a un estado eutrófico**. Este estado "define un enriquecimiento en nutrientes inorgánicos (nitrógeno y fósforo) más allá del nivel crítico de la capacidad auto reguladora de un sistema determinado". En cuanto a las causas de la crisis del Mar Menor, este informe destaca que la laguna recibe desde la década de 1980 grandes cantidades de materia orgánica y nutrientes procedentes de vertidos de diversa naturaleza, entre los que se encuentran las **aguas residuales urbanas** (en la actualidad prácticamente suprimidas, salvo episodios de lluvias y vertidos puntuales) y, sobre todo, los **flujos contaminantes tanto difusos como puntuales, procedentes de la actividad agraria y agropecuaria del Campo de Cartagena**.

Tras la DANA del pasado mes de septiembre, el informe destaca que el agua arrastrada procedente de la lluvia se mezcló con la capa superficial de agua de la laguna y los niveles de clorofila aumentaron de forma muy brusca hasta niveles superiores a los máximos de 2016, lo que se ha atribuido a la entrada masiva de

nitrógeno, fósforo y materia orgánica asociada a la entrada de agua, sedimentos terrígenos y materiales arrastrados procedentes del Campo de Cartagena. La capa de agua profunda (caracterizada por las condiciones de salinidad y carga fitoplanctónica del agua de la laguna previo a la DANA) quedó aislada. La columna de agua se estratificó, formando una capa superficial menos salina, reduciendo la transferencia de oxígeno atmosférico hacia partes más profundas de la columna de agua. En paralelo, la elevada turbidez del agua **redujo drásticamente la luz** que alcanzaba el fondo, **impidiendo la producción de oxígeno** por la actividad fotosintética de la vegetación bentónica. En la capa de agua profunda a partir de tres metros de profundidad, el oxígeno se agotó como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica presente, tanto la ya existente como la introducida durante las riadas. “El color negro del agua y olor a gas sulfhídrico que emanaba de la laguna, eran claros indicadores de la existencia de un fuerte metabolismo anaerobio sulfato-reductor en la capa profunda anóxica”, según el informe, que destaca que “una de las consecuencias de este metabolismo es la aparición de sulfuros disueltos en el agua, que son tóxicos para muchos animales y plantas”. “La **combinación de ausencia de oxígeno y presencia de sulfuros en la capa de agua profunda** causó la muerte de la vida asociada al fondo lagunar y la huida masiva de organismos de todas las especies con capacidad de desplazamiento, hacia las zonas menos profundas de la laguna”, subraya. Este informe estimaba que **una superficie superior a 9000 hectáreas había quedado de nuevo devastada en el fondo de la laguna.**

Por otra parte los análisis de las muestras tomadas ese mismo día en dos puntos de la orilla del Mar Menor donde se produjo la mortandad masiva, por encargo de la Fiscalía del Tribunal Superior de Justicia, confirman que [no fue un vertido puntual lo que mató a miles de peces y crustáceos](#) el pasado 12 de octubre en las playas de Villananitos y La Mota (Lo Pagán), sino la falta de oxígeno en el agua. Los informes recogen una baja cantidad de oxígeno y ningún parámetro en niveles que puedan relacionarse con contaminantes de origen urbano o industrial, lo que descarta cualquier otra causa que no sea el episodio de anoxia agravado por las lluvias torrenciales que provocó en septiembre el fenómeno conocido como DANA. Las muestras, que fueron tomadas por el Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil (SEPRONA) y agentes medioambientales de la CHS (Confederación Hidrográfica del Segura), y analizadas en el Laboratorio del Área de Calidad de las Aguas de la CHS, contienen niveles bajos de plaguicidas y metales, y la presencia de sodio, magnesio, calcio, azufre, estroncio, boro y potasio es la «normal» en agua de mar. Sin embargo, el informe de la CHS llama la atención sobre el valor reducido de oxígeno disuelto en el agua (menos de un microgramo por litro) y los niveles elevados de sulfuros (6,5 mg/l). El sulfuro, explican los técnicos de la

CHS, «es un compuesto tóxico muy reductor que elimina el oxígeno disuelto en el agua para pasar a sulfato». «La baja concentración de oxígeno disuelto en las aguas es una de las causas más comunes de los episodios de mortandad de peces que pueden darse tanto en aguas marinas como continentales», señala el estudio, «por lo que, y a la vista de los resultados, habría determinado el episodio observado el 12 de octubre de 2019 en la zona», concluye la CHS. Aún están pendientes las necropsias de la fauna marina que debe entregar la Universidad de Murcia, pero se espera que sus resultados coincidan con las conclusiones de la CHS. La muerte masiva de peces —se recogieron tres toneladas—, la imagen tétrica que convirtió el ‘shock’ ecológico del Mar Menor en noticia mundial, se debe por tanto a un estado crítico del ecosistema, al que la DANA dio la puntilla, agudizando el avanzado proceso de eutrofización que ya sufría el Mar Menor y que ‘explotó’ el 12 de octubre con el traslado de una gran masa de agua sin oxígeno desde el fondo a zonas someras del norte del humedal, empujada por el viento de levante.

En síntesis, la [profunda degradación del Mar Menor](#) ha sido causada por el proceso de eutrofización debido al exceso de nutrientes, degradación que la laguna viene sufriendo desde la crisis eutrófica de 2016 y que se ha agravado por lo arrastrado en las escorrentías durante la DANA. Esos arrastres contenían entre 500 y 1000 toneladas de nitratos, más de 100 de fosfato y 35 de amonio; junto con la enorme intrusión de agua dulce y tierra. A esto hay que añadir el carbono orgánico y el fósforo fijado en diversas formas en las ingentes cantidades de sedimento que entraron en la riada —más de 100 000 toneladas en una estimación también conservadora. Por tanto, el problema no es consecuencia de la entrada en sí misma de agua dulce (lo que favoreció la formación de las dos capas de agua de diferentes salinidad y densidad), sino de los nutrientes arrastrados por el agua, que son el “combustible” del proceso eutrófico y que se suman a los nutrientes que ya contenía la laguna. De hecho, como recuerda AMETSE (Asociación Meteorológica del Sureste), los datos pluviométricos muestran que la avenida de noviembre de 1987 presentó una precipitación acumulada un tercio mayor que la DANA de este año, pese a lo cual en 1987 no hubo episodios de mortandad masiva en la laguna, al igual que en otros muchos episodios históricos de avenida. **La eutrofización, por tanto, ha supuesto una degradación profunda del Mar Menor, que se está cronificando, y además lo ha convertido en un ecosistema extremadamente vulnerable a múltiples factores, que pueden ir variando** (la DANA sería un ejemplo, pero no el único) [y en cualquier momento se pueden volver a desencadenar episodios agudos de mortandad](#). La recuperación del Mar Menor será un proceso largo y muy complejo porque, incluso con la eliminación de todas las entradas de nutrientes procedentes de la cuenca, la liberación de nutrientes desde sus fondos continuará durante bastante tiempo.

Por tanto, el primer paso para la recuperación es atajar la entrada de sedimentos y nutrientes con medidas de prevención en origen, mejorando de forma sustancial las técnicas y eficiencia de la fertilización agrícola en términos de cantidades, tiempo y formas de aplicación y conseguir que la propia cuenca sea capaz de retener y eliminar la mayor parte de los nutrientes que aun así pudiesen circular, aplicando distintas Soluciones Basadas en la Naturaleza (NBS, según sus siglas en inglés). Algunas de estas soluciones incluyen: la recuperación ambiental y funcional de los cauces y del conjunto de la red hidrológica de la cuenca del Mar Menor; la reducción de los riesgos de erosión nivelando el terreno, implantando sistemas de laboreo menos agresivos y mejorando las propiedades físicas de los suelos; la utilización de cubiertas vegetales y setos que contribuyan a reducir la energía de las escorrentías y a retener el suelo; la recuperación de las superficies naturales de humedales periféricos a la laguna y la construcción de humedales artificiales de localización estratégica, en combinación con otros sistemas capaces de retener y depurar las aguas de escorrentía y efluentes generados en la zona (por ejemplo, biorreactores de madera). Los humedales son además los únicos sistemas capaces de retener y eliminar buena parte de los sedimentos y nutrientes transportados en caso de avenidas, que en adelante serán más frecuentes debido al cambio climático. Además, deberían adoptarse medidas para reducir los aportes desde los centros urbanos ribereños, mejorando la red de saneamiento y evitando descargas de los efluentes urbanos tratados o sin tratar a la laguna.

UNA REVISIÓN CRÍTICA DEL RETRASO DE EE UU. EN LA SUPRESIÓN DE PLAGUICIDAS PELIGROSOS, COMPARADA CON LA DE OTROS PAÍSES (por MLGM)

El uso de los productos fitosanitarios ha permitido a los agricultores desde mediados del siglo XX incrementar considerablemente la producción de los cultivos. Sin embargo, se ha hecho evidente que el uso de estos productos no está exento de riesgos, pudiendo llegar a producir daños a las personas que los aplican o trabajan en los cultivos, a las personas que consumen los vegetales tratados o al medio ambiente. Por este motivo, muchos países regulan su puesta en el mercado y las condiciones de utilización. La metodología de evaluación del riesgo aplicada para ello, y las consecuencias de dicha evaluación, difiere de unas regiones a otras, pero la retirada de los más peligrosos es una tendencia común en todas ellas. La revista científica *Environmental Health* ha publicado recientemente el artículo titulado [The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides](#), de *Nathan Donley*, comparando las prácticas en la prohibición de los plaguicidas más peligrosos en diferentes zonas productoras. El autor analiza el estado de las autorizaciones de 508 productos en Estados Unidos, Brasil, China y la Unión Europea. Dentro de esto, el estudio se concentra en trece sustancias activas

fitosanitarias que están aprobadas en Estados Unidos, y que están prohibidas en al menos dos de estos países o unión supranacional sometidas a análisis. Estas sustancias activas son: 2,4-D, bensulida, cloropicrina, diclobenil, dicrotofos, EPTC, norflurazon, oxitetraciclina, paraquat, forato, estreptomycin, terbufos y tribufos. De todas ellas, únicamente el 2,4-D está aprobado en la Unión Europea. El autor ha analizado la tendencia en el uso de cada una de las trece sustancias permitidas en Estados Unidos, mediante una recta de regresión obtenida combinando la cantidad de sustancia usada y el año, desde 1992 hasta 2016. Los gráficos obtenidos muestran las sustancias cuyo uso se ha incrementado en estos 25 años, aquellos que han disminuido, y los que se mantienen a lo largo del tiempo. En el análisis de los 508, también se han tenido en cuenta aquellos que fueron prohibidos en todos los países por su especial toxicidad y persistencia, como el aldrín, DDT, dieldrín, clordano, carbofurano y toxafeno. En Estados Unidos se han cancelado en total 134 productos, de los cuales 97 expiraron o fueron voluntariamente retirados por su titular.

En la discusión, el autor considera la posibilidad de que la permanencia de estos productos en el mercado se deba a la presencia de plagas en Estados Unidos que no aparecen en otros países, lo que se comprueba que no es cierto al analizar los organismos objetivo para los que están autorizados. Otra posibilidad es que las medidas de mitigación del riesgo adoptadas en las autorizaciones concedidas por la US EPA (*Environmental Protection Agency of United States*), permitan el uso seguro de los productos, siendo preferida esta solución a la prohibición total. Sin embargo, se comprueba que muchos de los productos mencionados pertenecen a la familia de los organofosforados, cuya toxicidad por ser inhibidores de la colinesterasa es reconocida, y de los cuales el que presenta mayor toxicidad es el paraquat. Los datos elaborados por los centros de control de tóxicos indican que todos los años se reportan alrededor de 2000 intoxicaciones por el uso de estos productos, algunas de ellas con resultado de muerte. Otro inconveniente del uso de estas sustancias es la posibilidad de que generen microorganismos resistentes a ellas, lo que en el caso de los antibióticos estreptomycin y oxitetraciclina redundaría en un problema de salud pública. También la contaminación de las aguas subterráneas representa un peligro cuyas consecuencias pueden manifestarse en lugares extensos y alejados del punto de aplicación. Esto último ha llevado al Estado de California a establecer medidas más restrictivas para algunas sustancias. De todo ello se concluye que el sistema regulatorio estadounidense no es lo suficientemente protector.

US EPA prefiere la cancelación voluntaria como medida de restricción, antes que la prohibición de las sustancias. Este sistema podría tener algunas ventajas frente a la prohibición. Esta última medida, la prohibición, podría provocar el uso de productos alternativos que,

si bien no presentan la toxicidad señalada, pueden tener otros efectos adversos igualmente preocupantes. Sería el caso de los neonicotinoides, cuya aplicación pone en peligro la salud de las abejas, y por tanto todo un sistema natural de polinización cuya perturbación puede tener consecuencias insospechadas. Por otra parte, contar con una amplia variedad de posibilidades, puede permitir la rotación del uso de productos, evitando los inconvenientes del uso reiterado de sólo algunos de ellos. El artículo concluye admitiendo que la prohibición es la forma más efectiva de prevenir la exposición accidental a sustancias activas fitosanitarias peligrosas permitiendo la transición a alternativas más seguras, y que el sistema de registro estadounidense, que prefiere las retiradas voluntarias, puede llevar a este país a encontrarse en los últimos puestos en la eliminación del uso de productos peligrosos.

RECIENTE INFORME DEL IPCC SOBRE “CAMBIO CLIMÁTICO Y TIERRA” (por MLGM)

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC, por sus siglas en inglés) ha aprobado el pasado mes de agosto el documento con título [Cambio Climático y Tierra](#). Este informe especial trata sobre el cambio climático y sus consecuencias en la desertización, la degradación de los suelos, su gestión sostenible, la seguridad alimentaria y los gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres. Admite que la tierra proporciona la base principal para el sustento humano y el bienestar, incluyendo el suministro de alimentos, agua dulce y muchos otros beneficios derivados de la biodiversidad. El uso humano del suelo afecta casi al 70 % de la superficie terrestre global libre de hielo, y la tierra juega un papel importante en el sistema climático.

Desde el período preindustrial, la temperatura del aire en la superficie terrestre ha aumentado casi el doble de la temperatura promedio global y esto ha afectado negativamente a la seguridad alimentaria, y ha contribuido a la desertización y degradación de la tierra. Las actividades de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra representaron alrededor del 13 % de CO₂, el 44 % de metano (CH₄) y el 82 % de las emisiones de óxido nitroso (N₂O) por las actividades humanas entre 2007 y 2016. El cambio en las condiciones de la tierra afecta al clima regional y global, pudiendo reducir o acentuar la frecuencia e intensidad de los eventos extremos. Sin embargo, el informe también sostiene que la forma de administrar la tierra y el sistema alimentario, puede ser una oportunidad para gestionar los riesgos derivados del cambio climático. Si bien una mejor gestión de la tierra puede ayudar a lograr los objetivos de mantener el calentamiento global por debajo de 2 °C, o incluso mantener el máximo de 1,5 °C, resulta imprescindible disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Dependiendo de las decisiones que se tomen en la gestión de la tierra, se podrían revertir los efectos adversos derivados del calentamiento global. Muchas actividades para combatir la desertificación pueden contribuir a la adaptación al cambio climático, mitigando las consecuencias y evitando la pérdida de biodiversidad. Si se evita, reduce y revierte la desertificación, se puede mejorar la fertilidad del suelo, incrementar el almacenamiento de carbón en suelos y biomásas, mientras se produce un beneficio a la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. La gestión sostenible, incluyendo la de los bosques, puede prevenir la degradación del suelo y contribuir a la adaptación. También se reconoce en el informe la pérdida y el desperdicio actual de parte de la producción agrícola y que algunos patrones alimentarios requieren más agua y tierra, y producen comparativamente más gases de efecto invernadero que otros. Escoger otras opciones de producción y de sistema alimentarios puede contribuir a la adaptación y mitigación. El resumen ejecutivo del informe finaliza instando a los gobiernos a que tomen las decisiones necesarias y opten por aquellas opciones que mejoren las oportunidades de mitigación y adaptación al cambio climático.

ÚLTIMO INFORME DEL IPCC SOBRE “OCÉANOS Y CRIOSFERA” (por MLGM)

En el pasado mes de septiembre el IPCC hizo público el informe sobre [Océanos y Criosfera en un clima cambiante](#), en el que se reconoce que es necesaria una reducción urgente y ambiciosa de las emisiones de gases de efecto invernadero, junto con acciones de adaptación a los efectos del cambio climático. Para su elaboración se han evaluado unas 7000 publicaciones científicas que describen los retos a los que distintas poblaciones del planeta, así como las generaciones futuras, deberán enfrentarse como consecuencia del cambio climático. También se presentan opciones de adaptación a los cambios que ya son irreversibles y se establecen estrategias de gestión de riesgos. Los océanos y la criosfera —las zonas congeladas del planeta— desempeñan una función fundamental para la vida en la Tierra. Como consecuencia del calentamiento global, los océanos han aumentado su temperatura, las aguas son más ácidas y su productividad ha descendido. Este aumento de la temperatura implica la fusión de grandes masas de hielo con el consiguiente aumento del nivel del mar, lo que puede provocar fenómenos costeros extremos cada vez más violentos y frecuentes.

El informe sostiene que para preservar el océano y la criosfera como escenarios que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático, es necesaria la reducción de emisiones y la restauración de los ecosistemas, así como una adecuada gestión de los recursos naturales. Recuerda que los océanos y criosfera son una fuente de recursos alimentarios y que su equilibrio ofrece muchos

beneficios adicionales a la sociedad, y advierte de las consecuencias en los ecosistemas que se desarrollan en ellos. Hasta el momento, los océanos han absorbido aproximadamente el 90 % del exceso de calor provocado por el cambio climático y, dependiendo de la evolución futura de las emisiones de gases, puede llegar a absorber entre cinco y siete veces más. La consecuencia es una acidificación y pérdida de oxígeno, lo que repercute directamente en las poblaciones de peces y afecta a las personas que dependen de ellos. Las poblaciones afectadas por el deshielo, como las poblaciones indígenas del Ártico, han iniciado medidas de adaptación, como el ajuste de los patrones de desplazamiento y caza, e incluso su relocalización. El deshielo de determinadas regiones podría producir la liberación del carbono orgánico contenido en ellas —el llamado *permafrost*—, lo que podría agravar la situación. En este informe, el IPCC proporciona las mejores evidencias científicas para ayudar a los gobiernos a tomar medidas que permitan abordar escenarios futuros y minimizar el impacto del cambio climático.

EL INFORME “LANCET COUNTDOWN” SOBRE SALUD Y CAMBIO CLIMÁTICO: GARANTIZAR QUE LA SALUD DE UN NIÑO NACIDO HOY NO ESTÉ DEFINIDA POR UN CLIMA CAMBIANTE (por MLGM)

Lancet Countdown es una colaboración multidisciplinar cuyo objetivo es vigilar las repercusiones que el cambio climático tiene sobre la salud de las personas. También proporciona una evaluación independiente de la implementación de los compromisos del Acuerdo de París. [El informe emitido en 2019](#) presenta los datos actualizados sobre 41 indicadores que se reparten en 5 dominios: impactos, exposiciones y vulnerabilidad al cambio climático; adaptación, planificación y resiliencia para la salud; acciones de mitigación y cobeneficios en salud; economía y finanzas; y compromiso público y político.

La ciencia del cambio climático describe un rango de posibles futuros, que son en gran medida dependientes del grado de acción o inacción que se adopte. Existen dos posibles caminos: seguir la misma línea que hasta el momento en los modelos de negocio, o cambiar de rumbo hacia un futuro que intente alcanzar el objetivo de incremento de temperatura muy inferior a 2 °C. Por el momento, el mundo ha observado un incremento de 1 °C de temperatura con respecto a los niveles preindustriales, con una amplificación polar que llega a elevar la temperatura hasta 3 °C en el noroeste de Canadá. Ocho de los diez años más cálidos se han registrado en la pasada década y esto es consecuencia de la quema de combustibles fósiles.

Un niño nacido hoy experimentará un mundo que es más de 4 °C más cálido que la media preindustrial, lo que implica impactos en salud a todas las edades.

La disminución de alimentos puede dar lugar a desnutrición. Las enfermedades transmitidas por vectores y las gastroenteritis aumentarán. La contaminación del aire produce daños en el sistema respiratorio. La temperatura limitará la capacidad de trabajo de algunas poblaciones, y el impacto de las temperaturas extremas en mayores de 65 años aumentará la mortalidad a estas edades. A través del Acuerdo de París los gobiernos se comprometieron a intentar que el incremento de la temperatura fuera inferior a 2 °C y a hacer esfuerzos para no sobrepasar 1,5 °C. Un niño que naciese hoy vería desaparecer todo el carbón en UK y Canadá en su 6º y 11º cumpleaños. Vería la prohibición en Francia de la venta de gasolina y diésel en su 21º cumpleaños, y cuando cumpliera 31, en 2050, el mundo alcanzaría el nivel de cero emisiones. Estos cambios supondrían una mejora en la calidad del aire, la alimentación, y en los sistemas de salud. Sin embargo, la evaluación de los indicadores permite concluir que el actual progreso no es el adecuado para alcanzar los objetivos. Los gobiernos no pueden o no están dispuestos a poner en práctica las medidas necesarias y se están perdiendo oportunidades. Es necesario tomar decisiones y poner en marcha acciones que permitan cambiar el curso de la tendencia actual. Un reto sin precedentes demanda una respuesta sin precedentes, y requiere que todo el mundo haga un esfuerzo para asegurar que la salud de un niño que nazca hoy no esté definida por el cambio climático.

EL NITRATO DEL AGUA DE BEBIDA CONTRIBUYE A LA FORMACIÓN DE N-NITROSO COMPUESTOS EN LA DIETA (por RJGV)

El **nitrito** está presente en agua y suelos de forma natural, pero también procedente de la producción agrícola y ganadera —especialmente las intensivas— y de las aguas fecales. Desde ellos llega a la cadena alimentaria —incluida el agua de bebida— alcanzando en los vegetales, y muy especialmente en las verduras foliáceas, las mayores concentraciones: en espinacas y lechuga la legislación limita su contenido a entre 2000 y 5000 mg/kg, según la variedad, y en rúcula —una crucífera— se permite hasta 7000 mg/kg en sus hojas. En el organismo humano el nitrato se absorbe rápidamente y es vuelto a excretar al tubo digestivo un 20-25 % de él mediante la saliva; y así es recirculado varias veces para, finalmente, ser en parte reducido —entre un 5 y un 35 %— a nitrito por la microbiota de la boca. Su excreción final se produce en la orina como nitrato. El **nitrito** ingresa también con los alimentos, siempre en mucho menor cantidad. Su absorción es casi completa y es igualmente recirculado a la boca por las glándulas salivares, para ser finalmente convertido en nitrato de forma prácticamente total y excretado en orina.

Desde el punto de vista toxicológico nitrato y nitrito merecen atención, pero es el nitrito el protagonista por

dos razones: 1) tanto en los alimentos, previamente a su ingesta como ya en el tubo digestivo, puede reaccionar con aminos o amidas para formar nitrosaminas, compuestos clasificados con diferente evidencia de carcinogenicidad (grupos 2A y 2B del IARC); y 2) en el torrente sanguíneo oxida el Fe(II) de la hemoglobina a Fe(III) apareciendo metahemoglobina, lo que reduce la capacidad de transporte del oxígeno, con hipoxia y el consiguiente riesgo de asfixia. Aunque la mayor parte del nitrato de la dieta procede de verduras foliáceas y ciertos tubérculos y raíces, es más conocido del gran público el que se usa como aditivo conservador en la elaboración de derivados cárnicos y que está naturalmente presente en muchas aguas. Algunos estudios epidemiológicos han encontrado correlación positiva entre cáncer colo-rectal y agua con nitrato, incluso estando este en niveles por debajo de los 50 mg/l, el máximo autorizado en la mayoría de países. Esta correlación era especialmente patente en grupos con una dieta alta en carnes y baja en vitamina C. Se explica esto, sobre todo, en los derivados cárnicos donde al nitrato suele acompañar nitrito —aunque en cantidad menor—, productos en los que el hierro hemo cataliza la reacción de nitrosación, lo que se vería facilitado además si concurriera una escasa ingesta de vitamina C, que inversamente al hierro hemo habría actuado como inhibidora de la reacción. La presencia de otros componentes de la dieta —v.g., vitamina E, ciertos polifenoles—, que al igual que vitamina C actuarían como inhibidores, explica por qué no todos los estudios epidemiológicos han conseguido establecer una correlación clara entre cáncer y nitrato de la dieta, incluyendo en ella el agua de bebida. *Environmental Reseach* publica el [primer estudio de intervención nutricional humana sobre la influencia del nitrato del agua de bebida](#) en la formación endógena de N-nitroso compuestos por carnes y derivados cárnicos.

Divididos 20 voluntarios para el ensayo en dos grupos de 10 cada uno, se administró durante 2 semanas lo siguiente: al primero, una dieta de derivados cárnicos, tanto cocidos como crudo-curados, a base de beicon, jamón y salchichas, elaboraciones todas realizadas con carnes rojas; al segundo grupo, una dieta de carne blanca, a base de pechugas cocinadas de pollo y pavo. Durante la primera semana, ambos grupos recibieron agua de bebida de muy bajo contenido en nitrato (1,5 mg/l); en la segunda semana se aumentó el contenido en nitrato del agua en ambos grupos en cantidad equivalente a la IDA (3,7 mg/kg peso corporal), lo que en un individuo de 60 kg equivaldría a 222 mg de nitrato, cantidad unas tres veces superior a la que correspondería a 1,5 litros/día de un agua en el límite legal de nitrato. Al final de cada semana se recogieron muestras de 24 horas de orina y heces, con los siguientes resultados. Se observó en la segunda semana una alta excreción de N-nitroso compuestos totales, al tiempo que el nitrato en orina era alto. Esta alta excreción de N-nitroso compuestos era mayor en el grupo de derivados cárnicos. Se observó también en este grupo una correlación positiva entre esos niveles de N-nitroso

compuestos y la relación nitrato total ingerido/vitamina C. Es decir, la vitamina C apuntaba a una disminución de esos niveles, aunque no resultaba estadísticamente significativa. Las medidas de genotoxicidad, mediante células Caco-2 de colon humano expuestas a las heces, dieron un resultado alto, aunque solo significativo durante la primera semana y en los de dieta con derivados cárnicos. Los autores concluyen que el nitrato del agua contribuye de forma significativa a la formación endógena de N-nitroso compuestos, independientemente del tipo de carne de la dieta, aunque el efecto fue más profundo con la dieta basada en derivados cárnicos. Y sugieren que ello obliga a contemplar también el nitrato del agua en los estudios sobre producción de N-nitroso compuestos, especialmente cuando la IARC ha clasificado en el grupo 1 a los derivados cárnicos. El estudio enfatiza la contribución de cantidades incluso bajas de nitrato, cuando no existen componentes de la dieta que inhiban la reacción de nitrosación, una reacción especialmente activada por el grupo hemo en el caso de los derivados cárnicos.

UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN, LOS VIRUS GIGANTES Y EL ORIGEN DE LA VIDA (por JROV)

En dos números de 2018 de la revista [Nature Communications se ha publicado el hallazgo de dos nuevos tipos de Virus Gigantes](#) que han sido bautizados con el nombre de *Tupanvirus*. Estos enormes virus, que alcanzan un tamaño de hasta 2,3 micras, comparable al de pequeñas bacterias, y que presentan una gran complejidad genómica con 1,5 millones de pares de bases de ADN, desafían las bases de lo que hasta hoy se ha considerado un virus. Sorprendentemente los Virus Gigantes no debutaron en la microbiología hasta el año 2003, con la identificación de los *Mimivirus*, que tienen apenas un tamaño de 0,5 micras. Entre otros motivos, la definición clásica de virus, “agentes infecciosos invisibles a la microscopía óptica y capaces de pasar a través de filtros esterilizantes”, supuso una barrera que retrasó el descubrimiento de estos nuevos agentes. No era posible que unos microorganismos, de un tamaño visible por microscopía óptica, pudieran ser virus. Lo cierto es que la virología, tras cobrarse esta extraordinaria pieza para la ciencia, comenzó una incesante carrera por el descubrimiento de otros Virus Gigantes y, así, al hallazgo de los *Mimivirus*, siguieron los *Marseillevirus* (2008), los *Megavirus* (2010), los *Pandoravirus* (2013), los *Pithovirus* (2014), los *Mollivirus* (2015) y, recientemente, los *Tupanvirus*. Todos, además de su descomunal tamaño, presentan una característica en común, son parásitos intracelulares de amebas.

Pero, el inicio de toda esta serie de maravillosos descubrimientos comenzó unos años antes. En 1980, Tim Rowbotham, un microbiólogo del Laboratorio Regional de Salud Pública de Leeds, publicó un hallazgo realmente novedoso. Describió la capacidad de una bacteria, *Legionella*, de resistir a su predación

por las amebas. Rowbotham, en una serie de artículos publicados a lo largo de los años ochenta, detalló cómo *Legionella* no solo no era destruida por el protozoo, sino que aprovechaba para multiplicarse en su interior hasta llegar a lisar la ameba y liberarse nuevamente al medio para iniciar un nuevo ciclo infectivo. Todo un hito científico del que, quizás, no ha sido justamente valorado su descubridor. Hoy en día sabemos que patógenos como *Coxiella burnetii*, *Escherichia coli* O157, *Francisella tularensis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio cholerae*, *Helicobacter pylori*, *Listeria monocytogenes* o *Legionella spp.*, disponen de mecanismos de resistencia a la predación por los protozoos y, por tanto, adquieren capacidades de persistencia en el medio gracias a que, en una parte de su ciclo biológico, residen en el interior de un organismo mucho más avanzado y evolucionado. Un procarionte, en el interior de una célula eucariótica, es decir, una bacteria en el interior de un microorganismo filogenéticamente mucho más complejo y avanzado, soldados griegos en el Caballo de Troya. Una característica con grandes implicaciones en la sanidad ambiental, la seguridad alimentaria, quirúrgica, etc.

Tras aquel paradigmático hallazgo, Rowbotham, en 1992, dentro de la investigación de un brote de neumonía en Bradford (Reino Unido), recuperó del agua de una torre de refrigeración unas amebas (*Acanthamoeba polyphaga*) que presentaban en su interior unas partículas de un microorganismo infectante, que no era *Legionella*, y que tenían el tamaño de un coco, pero no consiguió identificarlas. Aquellas partículas fueron bautizadas por Rowbotham como "*Bradford coccus*" pero, tras múltiples intentos de cultivo en medios axénicos y tras no poder caracterizarlas por PCR, las muestras fueron congeladas. No fue hasta diez años después, en 2003, cuando se pudo descubrir la naturaleza viral de este misterioso microorganismo. Aquellas muestras congeladas viajaron a Marsella, al Laboratorio de la Unidad de Rickettsias de la Universidad del Mediterráneo, y allí, mediante estudios con microscopía electrónica, descifraron su modo de replicación y secuenciaron su genoma. Las partículas se bautizaron con el nombre de *Mimivirus*, abreviatura de "Microbe Mimicking Virus" (virus que imitan microbios). Tras aquel hallazgo el grupo de investigación francés se centró en nuevas muestras de torres de refrigeración, y de ese modo pudieron aislar un nuevo linaje de Virus Gigantes, los *Marseillevirus* en 2008 y una nueva cepa de *Mimivirus* llamada *Mamavirus*. La temperatura, la entrada de nutrientes y el desarrollo de biofilms hacen del agua de las torres de refrigeración unos ecosistemas magníficos para numerosos microorganismos, particularmente los protozoos. Por ello, inicialmente esta matriz supuso para los microbiólogos un magnífico caladero de nuevas especies de Virus Gigantes.

Aunque el conocimiento que tenemos de la biodiversidad microbiana es todavía muy limitado, todos estos avances apoyan un escenario evolutivo donde

algunos virus están más próximos a formas celulares ancestrales. Por ello, la búsqueda de nuevos virus aún mayores, con un genoma más grande, es una manera de viajar atrás en el tiempo, en la búsqueda de un ancestro, posiblemente anterior a la aparición de los eucariotas. Los *Megavirales* podrían haber emergido antes de la existencia de organismos celulares y aportan luz en el origen de la vida en la Tierra. Además, estos avances apuntan a la línea de flotación de la actual clasificación de los seres vivos y exigen la creación de un cuarto dominio: bacterias, arqueas, eucariotas y el nuevo orden de los *Megavirales*. Los Virus Gigantes han supuesto toda una revolución en la virología, han expandido los límites de la virosfera, y obligan a replanteamientos en conceptos básicos de la biología, con reflexiones y cambios en la comprensión actual sobre la evolución y el origen de la vida. Una revolución que, no debemos de olvidar, comenzó en un laboratorio de salud pública, en una sencilla muestra de agua de una torre de refrigeración.

MADRID RECIBE LA 25ª CUMBRE DEL CAMBIO CLIMÁTICO (por MLGM)

Los días 2 a 13 de diciembre Madrid acoge la vigésimo quinta Cumbre del Clima, organizada por la Conferencia de las Partes (COP), órgano de Naciones Unidas que revisa la implementación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). [La COP 25, bajo presidencia chilena](#), pretende lograr los acuerdos necesarios para implantar los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París en el año 2020, año en que el Protocolo de Kioto finaliza su vigencia. Dentro de este evento, se prevé la [celebración el día 7, de una cumbre de un día sobre clima y salud](#). La Cumbre tiene distintos objetivos, entre ellos, aumentar la conciencia de los delegados sobre el papel que podría desempeñar la sociedad civil en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y, como consecuencia, proteger la salud. También pretende servir de foro para el intercambio de conocimientos y mejores prácticas para proteger la salud en el escenario del cambio climático. La cumbre fortalece la colaboración entre distintas organizaciones relacionadas con la salud y entre distintos sectores, buscando aumentar la capacidad de adaptación a las consecuencias del cambio climático, y reducir de este modo su impacto en salud.

FALLECE EL PADRE DEL CONCEPTO DE HUELLA HÍDRICA, PROF. ARJEN HOESKSTRA (por RJGV)

El pasado 18 de noviembre [falleció en Holanda](#), a la edad de 52 años, uno de los más influyentes miembros de la comunidad científica relacionada con la sostenibilidad del agua en sus distintos usos. El Prof. Hoeskstra estudió Ingeniería Civil y se doctoró en la Universidad Tecnológica de Delft. Durante años vivió y ejerció la profesión en países de Asia y África hasta

que, de vuelta en Europa, en el año 1999 se vinculó al Instituto IHD Delft para la Educación del Agua. A partir de 2005 fue director del Departamento de Gestión Multidisciplinar del Agua en la Universidad de Twente. Poco antes había desarrollado e introducido el concepto de Huella Hídrica, aplicable a múltiples actividades humanas en las que se consume y produce agua, fundando poco después una red de investigadores y profesionales del sector comprometidos con el uso más sostenible y equitativo del agua en el mundo. Más adelante estableció las bases para el cálculo de la Huella Hídrica que permitiera conocer la cantidad de agua consumida y contaminada a lo largo de la cadena de suministro de cualquier producto. En febrero de 2016, durante su estancia en Barcelona asistiendo a la Jornada "Huella Hídrica: Indicador de sostenibilidad en la industria", concedió una [interesante entrevista al portal iagua](#). Descanse en paz.

MÁS DE 40 AÑOS CRECIENDO LA SEGURIDAD DE LAS AGUAS EN LAS ZONAS DE BAÑO DE LA U.E. (por RJGV)

El pasado mes de junio se conoció el [informe anual de la European Environment Agency sobre el estado de las aguas en las zonas de baño, correspondiente a 2018](#). Elaborado en la época propia para las actividades de ocio y baño, que la normativa define como "temporada de baño", pretende no solo dar satisfacción y seguridad a los ciudadanos, sino indirectamente dar una visión del estatus ecológico y ambiental de las masas de agua, según pretenden conseguir la Directiva Marco y la Directiva Marco para la Estrategia Marina, de los años 2000 y 2008 respectivamente. Destaca el informe cómo tras la entrada en vigor de la primera directiva de Aguas de Baño hace 40 años, la gestión introducida y la monitorización con publicación de sus resultados año tras año han conseguido una drástica reducción de los contaminantes liberados por aguas residuales sin tratar, de tal forma que cada vez más zonas de baño reciben la calificación de "excelente", y no solo la de "suficiente" que contempla la calidad mínima necesaria para autorizar su uso. Todos los Estados Miembros junto a Suiza y Albania son monitorizados a lo largo de la temporada de baño con este fin, midiendo dos parámetros: *Escherichia coli* y enterococos fecales, en aguas costeras y de transición y en aguas continentales. Ello permite la clasificación en 4 calidades: "excelente", "buena", "suficiente" e "insuficiente". Más del 85 % de las zonas de baño obtenían la valoración de "calidad excelente", y solo un 1,3 % la de "calidad insuficiente". Destacan algunos países con la máxima de "excelente": Chipre y Malta (en torno al 99 % de las zonas de baño) y Austria y Grecia (en torno al 97 % de las zonas). Y tres países con el mayor número de zonas de "calidad Insuficiente": Italia, con 89 zonas de baño (representando el 1,6 %); Francia, con 54 (también el 1,6 %) y España, con 50 (representando el 2,2 %).

¿SEGUIRÁN LAS OLAS DE FRÍO PRODUCIENDO EFECTOS SOBRE LA MORTALIDAD EN ESPAÑA PESE AL CALENTAMIENTO GLOBAL? (por IJMP)

El equipo de investigadores de la Escuela Nacional de Sanidad (Instituto de Salud Carlos III) encabezado por los Dres. Julio Díaz y Cristina Linares, ha publicado un nuevo artículo en la revista *Environmental Research* que relaciona las previsiones sobre el cambio climático con los efectos sobre la salud. El estudio, titulado "[Will there be cold-related mortality in Spain over the 2021-2050 and 2051-2100 time horizons despite the increase in temperatures as a consequence of climate change?](#)", estima la mortalidad atribuible a las bajas temperaturas en España en los horizontes temporales 2021-2050 y 2051-2100. En concreto, los autores analizan si a pesar del incremento de las temperaturas como consecuencia del cambio climático las olas de frío se seguirán sucediendo a lo largo del presente siglo y si tendrán efectos sobre la mortalidad en la población. Para realizar los cálculos consideran dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero: moderadas (RCP4.5) y elevadas (RCP8.5) —RCP, *Representative Concentration Pathway*— en el que no se toman medidas de mitigación de esas emisiones. El análisis se realiza por provincias, estimando a partir del clima actual las temperaturas mínimas diarias en los horizontes temporales considerados, calculándose la mortalidad atribuible a las temperaturas que bajen del umbral de disparo de la mortalidad por frío obtenido para cada provincia en el periodo de referencia 2000-2009. A cada temperatura de disparo de la mortalidad le corresponde un percentil respecto a la serie de temperaturas mínimas consideradas. Para cada escenario de emisiones se establecen dos supuestos: uno en el que la temperatura umbral de disparo de la mortalidad por frío se considera constante a lo largo del tiempo y otro en el que sí varía esa temperatura umbral, siendo el percentil el que se mantiene constante. De esta manera, si en las proyecciones de temperaturas éstas aumentan, la que corresponda a ese percentil constante también será más alta. Los escenarios de emisiones (RCP4.5 y RCP8.5) que se tienen en cuenta en el artículo son dos de los cuatro que plantea el quinto informe (AR5) del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2014), en referencia a las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera: RCP2.6 escenario de bajas emisiones, RCP4.5 emisiones medias-bajas, RCP6 emisiones medias-altas y RCP8.5 escenario de altas emisiones. Esas cifras (2.6, 4.5...) representan la equivalencia de esos escenarios de emisión en términos de forzamiento radiactivo o forzamiento climático en vatios por metro cuadrado (W/m²), que es la diferencia entre la energía solar absorbida por la tierra y la energía "reflejada" por ésta al espacio. Cuanto mayor es su valor más desfavorable es el escenario de emisiones y mayor el calentamiento global esperado.

Aunque los resultados presentan variaciones entre las distintas provincias, considerando el conjunto de España se estima que para el escenario RCP4.5 la media de las temperaturas mínimas pasaría de los 5,1 °C del período de referencia (2000-2009) a 6,1 °C en 2021-2050 y 6,5 °C en 2051-2100, mientras para el escenario de emisiones altas, RCP8.5, la media de las temperaturas mínimas se estima en 6,3 °C y 7,9 °C para ambos horizontes temporales respectivamente, si bien en el caso de las temperaturas más extremas el incremento será mayor. Por ejemplo, el percentil 70 de la serie de temperaturas mínimas de Ávila pasaría de ser -10 °C en período de referencia a 0,2 °C y 1,6 °C en los dos horizontes temporales, considerando el escenario RCP8.5. Según los resultados obtenidos esta subida de las temperaturas haría que desaparecieran las olas de calor en el caso de mantenerse constante la temperatura umbral de disparo de la mortalidad por frío ya que no se producirían temperaturas inferiores a dicha temperatura umbral, tanto en el escenario de emisiones RCP4.5 como en el escenario RCP8.5. Sin embargo, señalan los autores —al igual que otros trabajos que citan— que no es realista esperar que la temperatura de disparo de la mortalidad se mantenga constante. Así, atendiendo al supuesto de que esta aumente —manteniendo en los cálculos el percentil constante— se obtiene que seguiría produciéndose mortalidad relacionada con el frío aunque las muertes anuales atribuibles al frío disminuirían desde la cifra de 1049 del período 2000-2009 a 212 en el horizonte 2051-2100 para el escenario RCP4.5, y a 242 para el escenario RCP8.5. Seguirían produciéndose olas de frío pero con tendencia a ser de menor intensidad. Los autores estiman en 1000 millones de euros el coste económico anual asociado a la mortalidad por frío.

Al igual que en el anterior artículo publicado este año en la misma revista referido a los efectos del calor en esos mismos horizontes temporales, han colaborado en el trabajo investigadores de la Universidad de Girona, de la Agencia Estatal de Meteorología y de la Consejería de Sanidad de Castilla-La Mancha. Los autores concluyen que aunque las proyecciones de la mortalidad asociada al frío en un contexto de calentamiento global no son del mismo orden que las estimadas para el calor, hay que tener en cuenta que trabajos realizados en otros lugares no han encontrado que los efectos del frío hayan disminuido, que las medidas de adaptación frente al frío en ciudades no están funcionando de forma apropiada, con desigualdades a nivel social (pobreza energética) que impiden un efectivo aislamiento frente al frío en muchos hogares, siendo necesario adoptar medidas de salud pública como la implementación de planes de prevención al igual que se han establecido para el calor. Algunos autores advierten que el calentamiento global está facilitando la irrupción ocasional de aire extremadamente frío desde el ártico hacia latitudes medias incluso en un contexto de claro aumento de la temperatura media global.