

## Noticias y revisión bibliográfica

### Notícias e revisão da literatura

#### News and literature review

M<sup>a</sup> Luisa González Márquez<sup>1</sup>, Javier Reinares Ortiz de Villajos<sup>2</sup>, Inmaculada Izquierdo Moya<sup>3</sup>, Pedro García López<sup>4</sup>, Juan Ángel Ferrer Azcona<sup>5</sup>, Óscar Martínez Jiménez<sup>6</sup>

<sup>1</sup> MLGM. Sociedad Española de Salud Ambiental. España.

<sup>2</sup> JROV. Sección de Control de Riesgos Ambientales. Subdirección General de Salud Pública. Ayuntamiento de Madrid, España.

<sup>3</sup> IIM. Jefa de Área de Biocidas y PIC. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. España.

<sup>4</sup> PGL. Sección de Control de Riesgos Ambientales. Subdirección General de Salud Pública. Ayuntamiento de Madrid, España.

<sup>5</sup> JAJA. Área de Prevención de Legionella. MICROSERVICES. Benidorm, España.

<sup>6</sup> OMJ. Sección de Materiales en contacto con alimentos. Dirección General de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid. España.

#### EL OBJETIVO: CERO ENFERMOS, NO CERO LEGIONELLA (por JROV y JAJA)

Janet Stout, una de las mayores autoridades científicas en la legionelosis, ha publicado una revisión sobre los avances en los últimos cuarenta años en la prevención de la enfermedad en centros sanitarios ([Stout et Cullom, 2025](#)). Una de las principales conclusiones del artículo **es que el objetivo debe ser tener cero casos, no cero Legionella**. Si bien no cabe discusión sobre la ausencia de enfermos ¿realmente admitimos con normalidad su presencia en las instalaciones?

El catedrático de Medicina Miquel Sabriá declaraba *“La mayoría de los circuitos de agua sanitaria de grandes edificios están colonizados”* ([Sabriá, 2010](#)), así como que *“si no se encuentra Legionella en los análisis del agua de estos edificios no es porque no exista, sino porque no se ha logrado detectar”* (Sabriá, comunicación personal). Esta bacteria tiene una prevalencia superior al 50 % en los sistemas de agua sanitaria de grandes edificios como [hoteles](#) y [hospitales](#), situación que, en menor proporción, también ocurre en otras instalaciones como [las torres de refrigeración](#) o los [spas](#). Todo, pese a que con la técnica *“gold standard”* del cultivo ([ISO 11731](#)) la recuperación de Legionella de células viables y cultivables suele ser solo del 10-60 %, un porcentaje que alcanza valores cercanos al 99 %, cuando se utilizan métodos moleculares como la qPCR ([Lee, 2011](#)).

Por tanto, una primera conclusión es que, pese a la elevada prevalencia de Legionella en el agua sanitaria de hoteles y hospitales, generalmente no se acompaña de casos o brotes de la enfermedad.

#### Toda Legionella es inocente hasta que “científicamente” no se demuestre lo contrario

De las [70 especies de Legionella reconocidas](#), solo 29 se han aislado en muestras clínicas de pacientes, mientras que las 41 restantes proceden de muestras ambientales que nunca se han detectado en enfermos. Por tanto, numerosas especies pueden considerarse como *“no patógenas”* y no asociadas a enfermedad. Cabría decir, parafraseando a la Declaración Universal de los Derechos Humanos que, en la prevención y control de legionelosis, la presunción de inocencia de la bacteria es un principio fundamental y que toda Legionella es inocente en tanto *“científicamente”* no se demuestre lo contrario.

La *“oveja negra”* del género es Legionella pneumophila (Lp) responsable del 98,5 % de los aislados clínicos en España. El 1,5 % restante corresponde a otras especies. Incluso cuando se detecta Lp, deben de hacerse dos precisiones:

- de los 16 serogrupos descritos, muchos no tienen relevancia epidemiológica.
- dentro del serogrupo 1, la aplicación de pruebas fenotípicas como la tipificación con anticuerpos monoclonales mediante el Panel de Dresden revela que el 83 % de los aislados y la práctica totalidad de los grandes brotes están causados por Lp SG 1 Subgrupo Pontiac ([González-Camacho, 2023](#)).

Por ello, proponemos que cuando se confirme Lp SG1 en el agua de un edificio se investigue su serogrupo y subtipo monoclonal, ya que, aunque ocasionalmente se

puedan aislar diferentes cepas en una misma muestra, si seguimos realizando cultivos en las instalaciones, se evidenciará la preponderancia de un “clon dominante”, mejor adaptado al medio que el resto ([Sabriá, Ferrer et cols, 2007](#)). Este clon será un dato muy valioso para determinar el riesgo de legionelosis de esa instalación.

En sintonía con esta propuesta, el [Real Decreto 3/2023](#), de la calidad del agua de consumo, establece que “Cuando *Legionella spp.* supere el valor paramétrico se deberá identificar si es *Legionella pneumophila* y su serogrupo”. De hecho, algunos países han optado en sus regulaciones por la vigilancia exclusivamente de *Lp* ([Van Kenhove, 2019](#)).

También Stout recomienda que cuando se confirme que *Lp* es la causante de un caso o brote, los análisis ambientales para controlar el agua y verificar la eficacia de la desinfección se centren en buscar *L. pneumophila* y no otras especies que también puedan colonizar el sistema.

### ¿Cuál es el valor paramétrico “ideal” de *Legionella* en el agua sanitaria?

Los recuentos de *Legionella* considerados “paramétricos” y que establecen las medidas a adoptar son cifras empíricas con una escasa o nula base científica, fruto de consensos de expertos en el mejor de los casos con, además, una enorme variabilidad entre los diferentes reguladores, habiendo numerosos países que han optado por no incluirlos.

Hay que resaltar que no se ha demostrado que estos valores, incluso los publicados por organismos como la OSHA, CDC o ESGLI se correlacionen directamente con el riesgo de enfermedad. Así, mientras que en Europa se establecieron medidas correctivas a partir de 1 000 ufc/L de *Legionella spp* ([Directiva Europea 2020/2184](#)), en España se redujo a 100 ufc/L (Real Decreto 3/2023). Estas diferencias responden a criterios políticos, dada la elevada y creciente incidencia de la legionelosis en España, pero sin respaldo científico que avalara esta decisión, como tampoco lo tiene el de la Directiva Europea.

Cuando las autoridades sanitarias investigan un caso o un brote de legionelosis o incluso en las inspecciones rutinarias, comprensiblemente buscan un requisito de *Legionella* “cero” en el sistema de agua, un criterio que también adoptan titulares y empresas de control, incluso sabiendo que la legislación española admite la tolerancia <100 ufc/L. Con ese criterio, se exigen repetidas limpiezas y desinfecciones de choque incluso “*urgentísimas intervenciones en 24 horas*”, tratamientos que pretenden un objetivo que es inalcanzable, pero que generan daños en las instalaciones, un impacto ambiental por el vertido

de productos químicos, despilfarro de agua, además de costes económicos y energéticos, cuando muchas veces no necesariamente existirá un riesgo en la instalación.

### ***Legionella* no se puede erradicar de un sistema complejo de agua sanitaria**

Nuestra añorada y admirada [Carmen Pelaz](#), afirmaba que “la hipercloración no resuelve la persistencia de las bacterias en los sistemas de agua en hospitales y hoteles. Un clon particular de *L. pneumophila* SG 1 puede persistir durante muchos años y puede originar casos de enfermedad del legionario. Cuando se requieran medidas de prevención y control en los sistemas de distribución de agua, el énfasis debe centrarse en el control de la infección en lugar de la erradicación de la *Legionella*.” ([Pelaz, 2008](#))

Sin embargo, algunas legislaciones internacionales como la española exigen la intervención en los sistemas tras la detección y recuento de *Legionella spp*: ¿estaremos sobreactuando en redes de agua que no serán nunca el origen de casos o brotes?

La mentalidad higienista de la que procedemos, centrada en el objetivo de la erradicación de los agentes patógenos, produjo grandes avances en salud pública. Sin embargo, esa visión puede conducirnos a ignorar la complejidad ecológica de los ecosistemas hídricos en los que *Legionella* emerge y se mantiene. Si existe consenso de que la erradicación de algunas plagas que coexisten con el hombre no es viable y que el objetivo real debe ser el control y reducción de las poblaciones ¿por qué no aplicar este criterio a la prevención de la legionelosis?

### **TENER UNA VIDA SALUDABLE TAMBIÉN DEPENDE DE LAS BACTERIAS (por PGL)**

“Somos mitad humano, mitad bacteria”, cuando leí esta provocadora frase en un artículo de ciencia, me resultó chocante; pero lo cierto es que el intestino, la zona orofaríngea, la vagina, la piel... están colonizadas por bacterias, hongos, virus y protozoos que viven en simbiosis con nuestro organismo y nos ayudan en la digestión de alimentos, en la producción de vitaminas y en la protección contra otros organismos patógenos (antagonismo microbiano). No somos muy conscientes de su importancia, pero alrededor de 100 billones de microorganismos viven con nosotros. En un artículo de 2008, utilizando técnicas de secuenciación de ADN, se estimó que solo en el intestino había más de 400 especies de bacterias distintas. De hecho, tenemos más microorganismos que células humanas, si el cuerpo humano tiene alrededor de  $10^{13}$  células, los microorganismos representan unos  $10^{14}$ .

Solo el microbioma del intestino pesa entre 1 y 1,5 Kg.

La relación con el ambiente exterior presenta un patrón de cambio permanente; por decirlo de otra forma, estamos en interacción continua con el exterior y si bien hay una microbiota autóctona que engloba aquellos microorganismos que permanecen en el hospedador durante un largo periodo de tiempo, hay también una microbiota alóctona que engloba microorganismos que están allí de forma transitoria o latente.

El proceso de colonización se produce de forma progresiva. El feto humano es estéril hasta que rompe la membrana en la que se encuentra. A partir de ese momento comienza una colonización muy rápida ya que no hay competidores. La colonización sobre todo se produce tras el nacimiento y variará dependiendo de la exposición y de la alimentación. Son las bacterias las que eligen donde quieren vivir, mediante un proceso que se denomina tropismo tisular. El hospedador proporciona los nutrientes esenciales y factores de crecimiento para la bacteria, además de oxígeno, potencial de oxidoreducción, el pH adecuado y la temperatura para el crecimiento, así como ácidos grasos, lisozima, acidez del jugo gástrico/orina, todo lo cual les orienta sobre su microecosistema preferente. La mayoría de las bacterias pueden adherirse al tejido o el sitio de una manera específica que implica interacciones químicas complementarias entre las dos superficies, un efecto conocido como adherencia específica. Como ya conocemos en la formación del biofilm de algunas instalaciones de riesgo de *Legionella*, las bacterias pueden liberar polímeros y generar biopelículas que les ayudan a adherirse y a sobrevivir. La colonización y el establecimiento de la microbiota normal es un proceso continuo que ocurre durante toda la vida de un individuo sano.

Lo más interesante es que cada vez la ciencia encuentra más interacciones entre la microbiota y la fisiología del hospedador humano. Por ejemplo, en un artículo publicado en 2019 ([Mireia Valles-Colomer y col. \(2019\)](#)) se encontró una relación entre la composición de la microbiota y la depresión. Se observó, entre otras cosas, que cuando se introducen heces de humanos en depresión a ratones, estos desarrollan síntomas propios de esta enfermedad. Se descubrió una vinculación significativa entre un déficit en dos especies bacterianas, *Dialister spp* y *Coprococcus spp*, y la aparición de síntomas de enfermedad mental.

Pero ahora querría centrarme en dos artículos científicos que ponen de manifiesto cómo las bacterias de nuestro intestino pueden afectar a eso que denominamos vida saludable. El último de ellos fue publicado el 23 de julio de 2025 en la revista Nature ([Winston W. Liu. y col. \(2025\)](#)). Científicos de la Universidad de Duke afirman haber encontrado lo que ellos denominan un “sexto sentido” ubicado en el intestino y relacionado con la microbiota. En el intestino residen unas células llamadas

neurópodos con capacidad para generar péptidos como el PYY: se trata de una hormona intestinal que regula el apetito y el peso corporal. Hay evidencia científica que sugiere que los niveles bajos de PYY están asociados con la obesidad y en estudios con animales, se ha demostrado que la administración de PYY se asocia con una reducción en la ingesta de alimentos y un aumento en la pérdida de peso. Además, los estudios en humanos han encontrado que las personas obesas tienen niveles más bajos de PYY en comparación con las personas con un peso saludable (esto no significa necesariamente que la falta de PYY cause la obesidad, es posible que la obesidad resulte en una disminución en la producción de PYY y no al revés).

Los investigadores de Duke descubrieron que las células neurópodos tienen un marcador TLR5 con capacidad para reconocer la flagelina de algunas bacterias intestinales. La flagelina se encuentra en los flagelos bacterianos y la interacción varía según la variante específica de flagelina expresada. Esta interacción entre la flagelina y el receptor TLR5 conduce a la liberación de PYY. Se ha comprobado que la eliminación del receptor *TLR5* en todas las células epiteliales intestinales de ratones conduce a obesidad, inflamación metabólica y colitis espontánea. Estas células luego envían señales rápidas al cerebro, a través del nervio vago, para regular la conducta alimentaria. Los investigadores concluyen que **“la conducta alimentaria está regulada por una modalidad sensorial intestinal-cerebral para los patrones microbianos, previamente desconocida. A este sentido, en la interfaz entre la biota y el cerebro, lo llamamos sentido neurobiótico.”**

Otro artículo más antiguo, aparecido en diciembre de 2022 en la revista Nature ([Christoph Thaiss, Ph y col. 2022](#)) informa de que investigadores de la Escuela de Medicina Perelman, de la Universidad de Pensilvania, estudiaron ratones de laboratorio buscando los factores que pudieran explicar las diferencias en el rendimiento físico. Analizaron secuencias del genoma, especies bacterianas en el intestino y metabolitos en sangre de ratones diferentes genéticamente y luego midieron la cantidad de rueda voluntaria diaria que hacían los ratones, también midieron su resistencia. Descubrieron que la genética solo explicaba una parte pequeña de estas diferencias de rendimiento, mientras que las diferencias en las poblaciones de bacterias intestinales parecían ser significativamente más importantes. De hecho, observaron que dar a los ratones antibióticos de amplio espectro para deshacerse de sus bacterias intestinales reducía el rendimiento de carrera de los ratones a la mitad.

Los investigadores encontraron dos especies bacterianas estrechamente relacionadas con un mejor rendimiento, *Eubacterium rectale* y *Coprococcus eutactus*. Estas bacterias producen metabolitos conocidos como amidas de ácidos grasos (FAA). Estos últimos estimulan

los receptores llamados receptores endocannabinoides CB1 en los nervios sensoriales incrustados en el intestino, que se conectan al cerebro a través de la columna vertebral. La estimulación de estos nervios repletos de receptores CB1 provoca un aumento en los niveles del neurotransmisor dopamina durante el ejercicio, en una región del cerebro llamada cuerpo estriado ventral.

Christoph Thaiss, Ph.D., profesor asistente de Microbiología y autor principal del estudio afirmaba: «Si podemos confirmar la presencia de una vía similar en los humanos, podría ofrecer una forma efectiva de aumentar los niveles de ejercicio de las personas para mejorar la salud pública en general».

Habitualmente asociamos las bacterias a enfermedades causadas en nuestro medio ambiente por contaminación de aguas en lagos, ríos o instalaciones de edificios. Pero estos estudios nos ofrecen una vía para que las bacterias que entran en nuestro organismo desde el exterior nos ayuden también a mejorar nuestra salud y nuestro bienestar.

### **LISTA PRIORITARIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN CONTACTO CON ALIMENTOS (FCCprio): UN ENFOQUE SISTEMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SALUD HUMANA (por OMJ)**

Los materiales y objetos en contacto con alimentos (*Food Contact Materials*, FCM) constituyen una fuente reconocida de exposición humana a sustancias químicas, ya que estas pueden migrar desde los materiales de envasado al alimento. Algunas de estas sustancias, como los bisfenoles y los ftalatos, han sido ampliamente estudiadas por sus posibles efectos adversos para la salud. Sin embargo, hasta ahora no existía un enfoque sistemático que permitiera identificar y priorizar de forma integral todas las sustancias químicas en contacto con alimentos según su riesgo potencial para la salud humana. La lista FCCprio (*Food Contact Chemicals Priority*), desarrollada por la *Food Packaging Forum Foundation* (Zúrich, Suiza), aborda esta necesidad mediante una metodología basada en la evidencia, inspirada en el informe *PlastChem* ([Plastchem project](#)), pero adaptada específicamente para centrarse en los peligros para la salud humana y en clasificaciones armonizadas a nivel internacional. Las sustancias priorizadas se agruparon en cuatro niveles (*tiers*) en función del grado de evidencia disponible sobre la exposición humana a través de los FCM, utilizando la información procedente de las bases de datos: *FCChumon* (biomonitorización humana), *FCCmigex* ([migración/extracción](#)) y *FCCdb* (uso intencionado).

#### **Metodología**

Se elaboró una lista exhaustiva de todas las sustancias químicas en contacto con alimentos conocidas por

su presencia o uso en FCM, combinando dos fuentes principales: la *FCCdb*, que recopila sustancias utilizadas intencionadamente en la fabricación de FCM, y la *FCCmigex*, que incluye sustancias detectadas en migraciones o extractos de estos materiales.

Solo se consideraron las sustancias con un número CAS válido. En total, se identificaron 15 159 sustancias (FCC), correspondientes a 44 269 números CAS asociados, de los cuales 10 153 figuraban exclusivamente en *FCCdb*, 3 609 en *FCCmigex* y 1 397 en ambas bases de datos. Posteriormente, la base *FCChumon* se utilizó para clasificar las sustancias priorizadas según la evidencia de exposición humana.

#### **Evaluación de peligros**

La información sobre peligros se recopiló a partir de fuentes oficiales y reconocidas, entre ellas la *International Agency for Research on Cancer* (IARC), la *European Chemicals Agency* (ECHA) y la *United States Environmental Protection Agency* (EPA). El objetivo fue priorizar las sustancias en función de su clasificación de peligro armonizada, considerando los siguientes peligros para la salud humana: persistencia (P), movilidad (M), bioacumulación (B), carcinogenicidad (C), mutagenicidad (M), toxicidad para la reproducción (R), toxicidad específica en determinados órganos por exposición repetida (STOT-RE) y alteración endocrina (ED). Cada sustancia recibió una puntuación conforme al enfoque descrito en el informe *Plastchem*, adaptado para centrarse exclusivamente en los riesgos para la salud humana, excluyendo la toxicidad acuática.

#### **Resultados**

De las 15 159 sustancias analizadas, 1 222 fueron identificadas como peligrosas y se incluyeron en la lista FCCprio, clasificadas en cuatro niveles según la evidencia de exposición: *Tier 1* (94 sustancias): evidencia de exposición humana y migración desde FCM; *Tier 2* (264): evidencia de migración, sin detección en humanos; *Tier 3* (224): presencia en FCM, sin evidencia de migración; *Tier 4* (640): uso potencial en FCM, sin evidencia de presencia o migración. Entre las sustancias con mayor evidencia de exposición humana (*Tier 1*) destacan varios ftalatos como el ftalato de di(2-etilhexilo) (DEHP, CAS 117-81-7), ftalato de dibutilo (DBP, CAS 84-74-2), ftalato de diisobutilo (DIBP, CAS 84-69-5); metales y metaloides como el plomo, el cadmio, el níquel y el antimonio; y sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS) como el ácido perfluorooctanoico (PFOA, CAS 335-67-1), el ácido perfluorohexanoico (PFHxA, CAS 307-24-4) y el ácido perfluorododecanoico (PFDoA, CAS 307-55-1). La lista completa y la metodología detallada están disponibles en el repositorio Zenodo ([Wiesinger et al., 2025, DOI: 10.5281/zenodo.14881618](#)). Asimismo, las bases de



datos utilizadas -FCCdb, FCCmigex y FCChumon- pueden consultarse en la página de la *Food Packaging Forum Foundation* (<https://foodpackagingforum.org/resources/databases>). Además, se identificaron 1 173 sustancias adicionales que podrían ser motivo de preocupación por presentar peligros de menor categoría o basarse en datos no armonizados. Sin embargo, la mayoría de las sustancias conocidas (81 %) carece actualmente de información suficiente sobre peligrosidad, lo que limita la capacidad de priorización.

## Conclusión

La lista FCCprio representa el primer esfuerzo sistemático y basado en la evidencia para identificar y priorizar sustancias químicas en contacto con alimentos según su riesgo para la salud humana. Los resultados evidencian la diversidad de sustancias implicadas y las importantes lagunas de información existentes, lo que subraya la necesidad de reforzar la evaluación del riesgo y la transparencia en el uso de sustancias químicas en materiales destinados a entrar en contacto con alimentos.

## CUANTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS A CORTO PLAZO DEL HUMO DE INCENDIOS FORESTALES EN LA MORTALIDAD EN EUROPA (por IIM)

El verano de 2025 representa ya el peor verano en cuestión de incendios forestales desde que hay registros en España. Las consecuencias de este tipo de incendios son devastadoras tanto a nivel ambiental como económico y social, pero hemos considerado oportuno dar a conocer aquí un estudio sobre los efectos menos visibles de los incendios, pero igualmente negativos, y es su repercusión en la salud humana.

En agosto de 2025, la Revista Lancet Planet Health publicó un estudio cuyo objetivo es cuantificar las muertes atribuibles a las partículas en suspensión precedentes de incendios forestales en Europa.

El estudio ha sido liderado por Investigadores del Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal) junto con investigadores de otras instituciones de países como Finlandia, Francia y Estados Unidos. En él se han analizado:

- Contaminación por partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) entre 2004 y 2022. Las partículas PM<sub>2,5</sub> —capaces de penetrar profundamente en los pulmones y llegar al torrente sanguíneo— son un conocido factor de riesgo para enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Estas partículas se dividieron en dos tipos: las procedentes de incendios forestales y las de otras fuentes (tráfico, industria, calefacción...). Para estimar la contaminación por incendios, se usó el modelo atmosférico SILAM (Finnish Meteorological Institute),

que combina imágenes satelitales de fuegos, datos meteorológicos y de dispersión del humo.

- Datos diarios de mortalidad, por todas las causas, y específicamente por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, de 654 regiones contiguas de 32 países europeos, que representan a más de 541 millones de personas.

Los investigadores aplicaron modelos estadísticos y de análisis de datos para tener en cuenta no solo el efecto del humo el mismo día de la exposición, sino también durante los días posteriores. El resultado de este análisis y combinación de datos permite evaluar y comparar las muertes registradas por exposición a PM<sub>2,5</sub> totales y las muertes registradas atribuibles a exposición a partículas PM<sub>2,5</sub> procedentes de incendios forestales.

Los resultados son claros, las partículas procedentes de incendios forestales son más dañinas que las originadas por el resto de las fuentes. De hecho, por cada incremento de 1 microgramo por metro cúbico de PM<sub>2,5</sub> de origen forestal, el riesgo de muerte aumentó un 0,7 % en la mortalidad total, un 0,9 % en las muertes cardiovasculares y un 1,3 % en las respiratorias.

Según los cálculos del equipo, se estima que cada año se producen en Europa unas 535 muertes adicionales relacionadas con la exposición al humo de incendios, la mayoría en Europa del Este y el sur del continente, donde los incendios son más frecuentes e intensos. De hecho, los investigadores destacan que asumir que las partículas PM<sub>2,5</sub> emitidas en incendios forestales tienen el mismo efecto que las partículas PM<sub>2,5</sub> totales supone subestimar en un 93 % la carga de mortalidad debido al humo de incendios.

Los autores subrayan que el calentamiento global está alargando las temporadas de incendios y ampliando las zonas de riesgo hacia el norte y el centro de Europa. Más incendios significan más humo y más exposición crónica a partículas tóxicas. En este contexto, las medidas de adaptación —como los sistemas de alerta temprana, el control del uso del fuego y la gestión forestal preventiva— serán clave para reducir la carga sanitaria.

[https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(25\)00174-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(25)00174-3/fulltext)

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA REMEDIAR LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN: 1er CONGRESO SENTIATECH SOBRE DETECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL DE RIESGOS EMERGENTES (por MLGM)

SENTIATECH es una plataforma tecnológica, formada por empresas y organismos con intereses comunes. Su objetivo es avanzar en la detección de contaminantes,

la prevención de la seguridad y la monitorización ambiental. Es una asociación sin ánimo de lucro, al amparo de la Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología y del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación.

Y es socio colaborador de SESA, lo que nos llena de orgullo.

Los pasados 21 y 22 de octubre, se celebró en Valencia su primer congreso, en el que se presentaron 101 ponencias y 28 posters de trabajos originales y se pudieron escuchar 7 conferencias. El evento contó con la asistencia de más de 220 personas procedentes de más de 15 países.

El congreso se estructuró fundamentalmente en tres grandes áreas temáticas:

- Evaluación, seguimiento y control de riesgos de contaminantes emergentes y sustancias de preocupación: PFAS, microplásticos y nanoplásticos.
- Innovación y oportunidades de las tecnologías de detección en las cadenas de valor agroalimentarias.
- Retos industriales y soluciones para la implementación del marco de la *seguridad y sostenibilidad desde el diseño* (Safe and sustainable by design - SSbD).

#### **Evaluación, seguimiento y control de riesgos de contaminantes emergentes y sustancias de preocupación: PFAS, microplásticos y nanoplásticos**

En los trabajos del primer bloque se abordan los problemas resultantes de la contaminación por PFAS y micro(nano)plásticos.

Los micro(nano)plásticos, derivados de la degradación de plásticos, son contaminantes emergentes presentes en aire, agua y suelo, y ya se han detectado en seres vivos, aunque sus efectos aún no se conocen bien. Su problema se agrava por la presencia de sustancias persistentes como los PFAS, caracterizados por fuertes enlaces carbono-flúor que dificultan su degradación. Estos compuestos aportan cualidades como resistencia o flexibilidad a materiales poliméricos y se encuentran también en numerosas aplicaciones como pinturas, textiles o utensilios de cocina, ampliando su impacto ambiental.

Los retos principales son su **identificación y cuantificación**, para lo cual se necesitan métodos analíticos adecuados y validados en diversas matrices; el desarrollo de **técnicas eficaces para su eliminación**; y el conocimiento de sus **efectos sobre la salud y los**

**ecosistemas**. Con esta información, las autoridades regulatorias podrán establecer **normas** que garanticen un entorno seguro.

Todos estos aspectos fueron abordados por los ponentes del primer bloque. En él se vieron algunos métodos analíticos innovadores o perfeccionados, como técnicas avanzadas de pirólisis para estudiar polímeros en mezclas complejas, o técnicas de imagen hiperespectral NIR-HSI para la detección de microplásticos en agua potable. Esta última, presenta importantes ventajas para la detección de microplásticos en agua potable, ya que es capaz de identificar partículas invisibles al ojo humano, y está validada para 7 polímeros de los priorizados por la Comisión Europea en 2024.

Otro grupo numeroso de trabajos se centró en la investigación de la presencia de PFAS. Ejemplo de ellos es el que trata la adaptación del método OTM-45 y OTM-50 de la US EPA para la detección de estos contaminantes en aire, al contexto europeo.

Respecto a su impacto ambiental y sobre la salud, varias ponencias mostraron los efectos, tanto de PFAS como micro(nano)plásticos sobre diferentes modelos experimentales, comprobando sus efectos potenciales. Uno de ellos, muestra la neurotoxicidad de PFAS en modelos 2D, 3D y 3D dinámicos, mientras que otro analiza la acción endocrina de partículas de poliestireno en embriones de pez cebra.

También hubo aportaciones que se centraron en la eliminación de contaminantes.

Entre ellas, un proyecto cuyo objetivo es impulsar la economía circular en la Comunitat Valenciana, proponiendo soluciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales procedentes de industrias diversas: textil, cosmética, cerámica, etc.

#### **Innovación y oportunidades de las tecnologías de detección en las cadenas de valor agroalimentarias**

Se presentan innovaciones para la detección rápida de agentes microbiológicos patógenos en cadenas agroalimentarias, como biosensores para manifestar la presencia de contaminantes en agua en tiempo real, para *Listeria monocytogenes* y otras especies en alimentos, etc. Las estrategias utilizadas varían desde sistemas de electrodos, tecnologías ópticas, ensayos inmunoquímicos o nanopartículas recubiertas de anticuerpos. También la qPCR tiene aplicación en la industria alimentaria, en unos casos para detección de *Legionella*, y en otros para *Giardia* o *Cryptosporidium*. Un estudio investiga el papel de protozoos como vectores de transmisión de resistencia a antibióticos en aguas residuales de hospitales.

Otros trabajos se centran en la detección de fraudes, la medición de amoníaco en granjas o el control de biofilm.

### **Retos industriales y soluciones para la implementación del marco de la seguridad y sostenibilidad desde el diseño (Safe and sustainable by design - SSbD)**

El congreso dedica un bloque importante a metodologías SSbD. Este enfoque, promovido por la Comisión europea y en el que está implicado el Joint Research Center (JRC), propone la implantación de una estrategia que permita prever las consecuencias de seguridad y sostenibilidad de materiales, sustancia químicas y procesos industriales, a lo largo de toda su vida, y aplicando soluciones desde la etapa de diseño.

La guía metodológica para implementar este modelo, publicada por el JRC, se basa en 5 pasos:

- Paso 1: Valoración de los peligros (*Hazard assessment*) del material o
- sustancia/mezcla química. Este paso incluye su determinación y caracterización.
- Pasos 2 y 3: Aspectos de seguridad en la producción, procesado y aplicaciones finales. Incluyen la identificación y evaluación de la exposición, y la caracterización del riesgo, tanto para la salud humana como para el medio ambiente.
- Paso 4: Evaluación de la sostenibilidad ambiental. La metodología implica el análisis a lo largo de todo el ciclo de vida del químico, material o proceso.
- Por último, se requiere llevar a cabo una evaluación socioeconómica (paso 5).

En este bloque, se presentaron metodologías que integran Análisis de ciclo de vida (LCA) desde fases tempranas de diseño, evaluaciones socioeconómicas y sociales, con aplicaciones en sectores farmacéuticos y de nanomateriales, y herramientas para identificar compensaciones entre seguridad, sostenibilidad y funcionalidad.

Se mostró una infraestructura digital que destaca como un sistema basado en principios FAIR y tecnología *blockchain*, destinado a realizar evaluaciones escalonadas, promover la trazabilidad de datos y generar *digital passes* que acrediten el cumplimiento con criterios SSbD a lo largo de la cadena de valor.

Se vieron algunos proyectos que pretenden desarrollar flujos de trabajo para integrar datos

experimentales y predicciones mediante modelos QSAR, reducir ensayos con animales, asegurar el cumplimiento regulatorio (REACH, CLP) y facilitar el diseño seguro desde fases tempranas. También se discute el uso de métodos alternativos a la experimentación animal (NAMS), la calidad de los métodos *in silico* para determinar *end-points* toxicológicos, y se apunta a la posibilidad de extensión del marco OCDE de métodos de ensayos actuales, a modelos basados en inteligencia artificial.

La metodología LCA se presenta como pilar de un proyecto que permite evaluar impactos ambientales a lo largo del ciclo de las sustancias químicas y detectar compromisos entre seguridad y sostenibilidad.

También se presentan proyectos que abordan el paso 5 de la metodología, la evaluación del impacto socioeconómico, aún poco desarrollado, realizando propuestas aplicables al sector farmacéutico y de nanomateriales.

### **Conclusión**

El congreso ha presentado avances significativos en técnicas analíticas para determinación de microplásticos, PFAS y otros compuestos, tecnologías innovadoras de tratamiento y sensorización, marcos regulatorios europeos en rápida evolución, creciente integración del enfoque Safe & Sustainable by Design, unido a LCA, QSAR y workflows digitales, mayor atención a salud pública, bioseguridad alimentaria y efectos de contaminantes en organismos, y un énfasis en sostenibilidad, circularidad y participación ciudadana.

La plataforma SENTIATECH incorpora una comunidad científica e industrial activa, alineada con las prioridades del Pacto Verde Europeo y con un fuerte compromiso con la protección del medio ambiente y de la salud humana. <https://sentiotech.com/evento/i-congreso-sentiotech-riesgos-emergentes/>