

La desinfección en industria alimentaria: generación de ácidos haloacéticos totales clorados consecuencia de malas praxis en higiene industrial

Disinfection in the food industry: generation of total chlorinated haloacetic acids as a consequence of industrial hygiene malpractice

Borja Garrido Arias¹  0000-0002-7299-0184

¹Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales. Facultad de Medicina. Universidad Miguel Hernández. Avenida de la Universidad, Elche, Alicante, España.

Fechas · Dates

Recibido: 04/07/2024
Aceptado: 12/08/2024
Publicado: 15/10/2024

Correspondencia · Corresponding Author

Borja Garrido Arias, Doctor en Ingeniería
Email: b.garrido@umh.es

En el ámbito de la prevención de riesgos laborales, la higiene industrial cobra una gran importancia como especialidad definida en el real decreto de los servicios de prevención (R.D. 39/1997)⁽¹⁾. Es muy habitual que esta especialidad se expanda y aplique a determinados procesos productivos sin contemplar las consecuencias de procedimientos inadecuados, siendo uno de ellos los procesos de limpieza y desinfección en el ámbito de la industria alimentaria⁽²⁾. En estas fases operativas, la seguridad y salud de los trabajadores se encuentra comprometida por el uso de determinados productos en procedimientos que implican un riesgo químico asociado a la categoría de toxicidad de los productos empleados, principalmente corrosivos e irritantes tanto para el ácido peracético y el hipoclorito de sodio. El riesgo se evalúa a menudo de manera independiente por parte del servicio de prevención acorde a la legislación sin contemplar otros departamentos de la compañía, por ejemplo, mantenimiento, calidad y/o producción como más habituales. La experiencia demuestra que, en muchas ocasiones, los departamentos tienen objetivos distintos y poseen perfiles profesionales varios, lo que hace que no se llegue a alcanzar un equilibrio en las producciones industriales y/o fallos en producción (metodología independiente y autónoma). De hecho, la limpieza y desinfección es uno de los procesos que mayor riesgo entraña, concretamente mediante el uso de

las tan conocidas líneas Clean in Place (CIP)⁽³⁾. El proceso de limpieza parece sencillo, simplemente se emplea una sustancia con propiedades biocidas en la línea un tiempo determinado en la línea productiva, en ocasiones con aguas de proceso específicas (descalcificadas, osmotizadas, etc.) que implican incluso una mejora para la desinfección, para después aplicar el biocida que aparentemente implica seguridad y sanitación de la instalación en ciclos a distintas temperaturas.

En este tipo de procesos, aun siendo considerado en la categoría de ingeniería de servicios, la legislación es muy rigurosa en cuanto a los riesgos asociados a los productos biocidas empleados, no sólo en materia de prevención de riesgos laborales (PRL), también en el ámbito de la salud pública por la autoridad sanitaria competente. Siempre que se hable de biocidas se debe tener en consideración que todos ellos se encuentran regulados y registrados por el organismo nacional correspondiente (Ministerio de Sanidad) o incluso aquellos que disponen de un reconocimiento mutuo en la unión europea (Anexo V del Reglamento de Biocidas). Con lo expuesto anteriormente queda definida una higiene industrial debidamente controlada y consolidada. Sin embargo, la higiene sanitaria queda comprometida por la generación de los subproductos de desinfección que comprometen la salud pública en general: los ácidos haloacéticos (Figura 1).

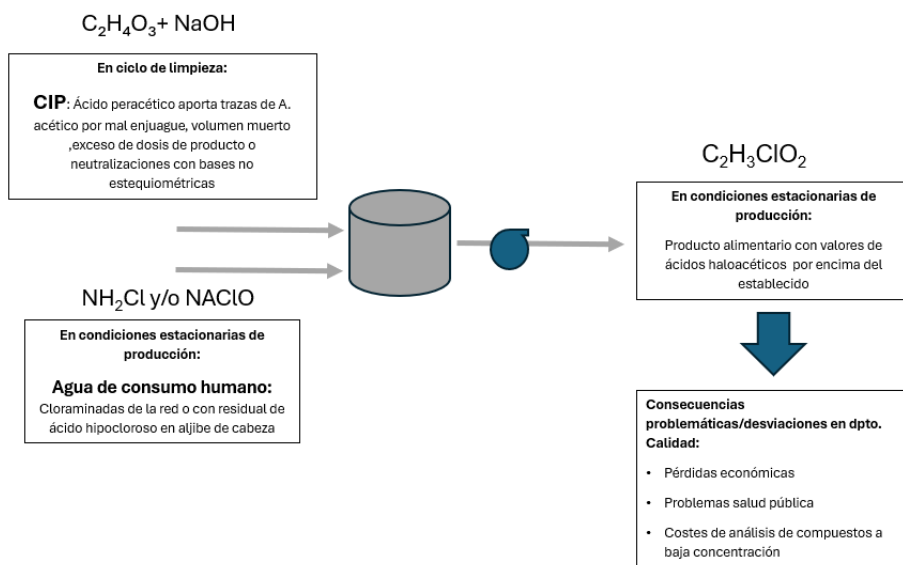


Figura 1. Definición y cadena de consecuencias en la desinfección industrial que fomenta la generación de ácidos haloacéticos.

Uno de los principales problemas que se enfrenta el sector alimentario es la complejidad de la necesaria sinergia entre la PRL, producción y calidad, así como las distintas inspecciones sanitarias por la autoridad competente autonómica, nacional, etc. El problema puede extenderse y ampliarse en caso que la empresa tenga contratado un servicio de prevención ajeno, donde el menor conocimiento del téc-

nico del proceso de desinfección y productivo, en general para dicha industria en concreto, puede limitar notablemente las mejoras a implantar.

La probabilidad de existencia de elementos patógenos en industria alimentaria viene establecida no solo por los tan importantes Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC)⁽⁴⁾ sino por la PRL en cuanto a la existencia de agentes biológicos en los entornos de trabajo (R.D. 664/1997)⁽⁵⁾. El uso de productos con propiedades biocidas de gran espectro (ácido peracético, hipoclorito de sodio y glutaraldehído principalmente) asegura, en este sentido y a cada uno de los departamentos, una plena seguridad y confianza en cuanto a minimizar riesgos y con ello la optimización de los procesos productivos. Además, las vías de exposición se encuentran debidamente identificadas y controladas, siendo decisivas y determinantes la vía respiratoria y dérmica. Es por ello por lo que trabajar a altas dosis y con desinfectantes oxidantes permitirá y aportará sospechas e indicios de una excelente desinfección y asepsia. En este contexto, el/la técnico/a superior de prevención de riesgos laborales (TSPRL) debe asegurar sus funciones profesionales, pero debe también involucrarse en cada contexto industrial, aportando experiencia y dedicando el tiempo necesario para la evaluación de riesgos y la correspondiente planificación de la actividad preventiva. La tan ansiada gestión integral y la gestión de la calidad son dos de las competencias clave a implementar y que ha adquirido desde su formación en el ámbito académico.

Uno de los principales problemas que se encuentran los/as TSPRL (concretamente en la especialidad de higiene industrial) y los/as técnicos de calidad, es la aparición de ácidos haloacéticos y cloratos en las cadenas productivas que influyen en los alimentos fabricados y las aguas de procesos. En la presente investigación se trabaja principalmente los ácidos haloacéticos por ser los más habituales en el sector y los más novedosos tras la entrada en vigor del actual Real Decreto 3/2023⁽⁶⁾ en calidad de aguas de consumo humano. Es importante destacar que esta problemática ya se lleva estudiando desde hace tiempo, destacando estudios incluso de influencia en la salud⁽⁷⁾ o análisis factorial de la generación de los mismos en las redes de distribución y plantas de potabilización⁽⁸⁾.

La entrada en vigor de dicho Real Decreto sobre la calidad del agua de consumo humano ha comenzado a regular nuevos analitos en dichas aguas, muchos de los cuales ya estaban ya regulados en la comercialización de alimentos, entendiendo por estos los ácidos haloacéticos y cloratos⁽⁹⁾. Este aspecto ha supuesto un antes y un después en el sector industrial alimentario. Éstos últimos ya se encontraban regulados en determinados alimentos, habiendo alcanzado una legislación consolidada en junio de 2020, y tras más de cinco años de debates en el seno de la Comisión Europea. La legislación (UE) 2020/749 regula los límites máximos de residuos de clorato en determinados alimentos. Sin embargo, muchos de ellos pasan a ser considerados como emergentes procedentes de los procesos de desinfección: los ácidos haloacéticos que están regulados por un valor paramétrico máximo en alimentos y aguas de consumo humano pueden verse generados por malas praxis en procesos de desinfección industrial.

Los ácidos haloacéticos entrañan distintas formas moleculares⁽¹⁰⁾. El término “Ácidos Haloacéticos Totales (AHAT)” se refiere a la suma de las concentraciones de los ácidos dicloroacético, tricloroacético, monocloroacético, monobromoacético y dibromoacético en una muestra de agua⁽⁶⁾. El presente texto se focaliza principalmente en los ácidos del cloro dado que, por experiencia, son los más habituales. Su valor paramétrico es de 60 µg/L. En cuanto a las categorías de toxicidad y sus riesgos sanitarios implican riesgos carcinógenos en estudios previos⁽¹¹⁾.

El objetivo del/de la técnico/a responsable de producción de la planta es la limpieza y desinfección de toda la línea productiva. Más aún cuando se simultanea la producción de distintos alimentos en la misma instalación (depósitos, unidades de filtración, bombeo, etc.), lo que hace que siga en la mayor parte de los casos las dosis recomendadas por el fabricante del producto. Previamente, el/la TSPRL habrá definido en la evaluación de riesgos y la planificación preventiva los riesgos químicos (principalmente riesgo corrosivo por vía dérmica y respiratoria para los hipocloritos, e irritación de pulmones con posible acumulación de líquidos en el caso del ácido peracético) asociados a la manipulación de dicho producto en la línea. La prevención ya de por sí se encuentra muy implantada al tratarse de un sistema de dosificación mediante un circuito automatizado, lo que hace que la exposición y el riesgo se vean minimizados (mayor automatización implica menor exposición y manipulación). El/la responsable de calidad tendrá como objetivo controlar los distintos registros, las especificaciones mínimas de calidad de materias primas, productos y cumplir con las políticas y legislaciones vigentes. El problema deriva una vez realizada la limpieza y desinfección donde se propicia la aparición de los tan indeseados ácidos haloacéticos.

Dependiendo del tipo de industria en el sector alimentario y en función del producto alimentario cocinado/elaborado, los procesos de desinfección son más o menos complejos. El uso de ácidos y bases en ciclos distintos no sólo minimiza el desarrollo microbiológico y descomposición de materia junto con el arrastre de la misma, también fomenta la neutralización de los mismos, siempre y cuando se empleen las cantidades estequiométricas adecuadas. La instalación, una vez neutralizada, puede entrar en fase de producción en condiciones estacionarias.

Uno de los biocidas con permiso para uso alimentario es el ácido peracético⁽¹²⁾. Este biocida, calificado como TP4 (desinfectantes para los equipos, recipientes, utensilios y superficies que están en contacto con los alimentos y piensos), permite aprovechar el peróxido de hidrógeno con poder oxidante en distintos contextos. A su vez, el fenómeno de oxidación avanzada Fenton permite mantener la estabilidad y poder oxidante del primero⁽¹³⁾. El ácido acético generado facilita operar en un medio ácido que fomenta el fenómeno anterior. Sus propiedades biocidas y oxidantes son extraordinarias, así como las condiciones de reacción definidas anteriormente.

En la alternancia de ciclos ácidos y básicos, al estar el proceso automatizado y disponer de volúmenes muertos en las instalaciones hidráulicas (habitual en estas instalaciones), es posible que no todo el ácido acético quede neutralizado/arrastrado en las sucesivas neutralizaciones/aclarados, quedando una concentración

residual que puede reaccionar con los derivados clorados usados posteriormente en los sucesivos aclarados. Los criterios higiénicos sanitarios de regulación de la calidad del agua obligan, como valor ideal, una concentración de cloro residual libre entre 0,2 y 1 mg/L de cloro libre residual, muy extendido en España concretamente por la tan exigente legislación en materia de prevención de Legionella (R.D. 487/2022⁽¹⁴⁾ y R.D. 614/2024⁽¹⁵⁾). Es en este momento cuando se fomenta la interacción del derivado clorado (hipoclorito de sodio o cloramina de la red municipal) con la concentración residual libre de ácido acético propiciando la generación de ácidos haloacéticos en sus distintas formas moleculares.

El principal problema que surge queda condicionado por la migración de estos ácidos haloacéticos al producto alimentario, bien en estado sólido o en fase líquida (de manera más acentuada) contaminando la correspondiente producción. Evidentemente, este aspecto hace que la partida producida deba ser desechada con las correspondientes pérdidas económicas como más palpables. En este momento la primera responsabilidad recaerá sobre el/la técnico/a de calidad que solicita responsabilidades a producción quien, para determinar las consecuencias, puede propiciar el cambio de sustancia activa condicionado por los propios fabricantes o modificar la concentración empleada de los productos en cuestión. El/la TS-PRL realizará una actualización del riesgo en cuanto a las nuevas condiciones, no llegando en muchas ocasiones a ninguna solución ante el escenario anterior. En este sentido, es normal que no disponga de dedicación plena ni estudio detallado del proceso, lo cual hará que no se percate de la casuística del problema. Todos/as los/as técnicos/as involucrados deben aportar mejoras de manera grupal, pero manteniendo sus competencias y mejoras, asegurando con ello mantener un equilibrio entre calidad, PRL y producción. El estudio bibliográfico por todas las partes es una actividad imprescindible en esta situación.

En definitiva, el empleo de biocidas oxidantes cuya base de composición no sea en base ácido acético minimizará la generación de ácidos haloacéticos evitando todo lo expuesto previamente. En caso de usar el mismo valorar la dosis adecuada sin ser excesivamente elevada, siempre siguiendo la dosis recomendada por el fabricante (valorar en cada caso y contemplar el uso de cantidades estequiométricas a los tiempos adecuados en cada ciclo del CIP). El uso de biocidas derivados del cloro como agentes desinfectantes es habitual y se encuentra altamente instaurado por distintas legislaciones, los cambios en estas sustancias activas son costosas y en muchos casos pueden perder eficacia y rendimiento. El/la TSPRL debe colaborar en estos aspectos aportando sus conocimientos técnicos, apoyándose en estudios de alto impacto, colaborando con perfiles técnicos que mejoren sus planteamientos en caso de necesidad. Con todo ello asegurará sus competencias alcanzando entre todas las partes la tan ansiada gestión integral de la prevención.

Referencias

1. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
2. Arias Saldaña O. Evaluación de la concentración óptima de detergentes y desinfectante industrial, en el proceso de lavado y desinfección de envases de polí-carbonato para el embotellamiento de agua de consumo humano. [tesis doctoral]. Perú: Universidad Ricardo Palma; 2018.
3. Baraza Sánchez X, Castejón Vilella E, Guardino Solà X. Higiene industrial. Barcelona: UOC, 2015.
4. Vinuesa JM, Abuín CMF, Fandos EG, Armendáriz CR, Rodríguez R L Baraza Sánchez X, et al. Higiene industrial. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a la seguridad del uso de tres soluciones acuosas de peróxido de hidrógeno, ácido acético y ácido peracético como coadyuvantes tecnológicos para la desinfección bacteriana del agua de lavado de cítricos y pimientos en las plantas de procesado. Revista del Comité Científico de la AESAN. 2020;31:33-47.
5. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
6. Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
7. Santa Marina L, Ayerdi M, Lertxundi A, Basterretxea M, Goñi F, Alvare JI, et al. Concentración de trihalometanos y de ácidos haloacéticos en el agua de consumo y estimación de su ingesta durante el embarazo en la cohorte INMA-Guipúzcoa (España). Gac Sanit. 2010;24:321-328.
8. Galvín RM, Gonzalez MIM, Fernández MG. Generación de subproductos de desinfección en el proceso de potabilización de aguas. XXXIII Jornadas Técnicas de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (p.44). Burgos, 2015.
9. Ocampo-Rodríguez DB, Vázquez-Rodríguez GA, Martínez-Hernández S, Iturbe-Acosta U, Coronel-Olivares C. Desinfección del agua: una revisión a los tratamientos convencionales y avanzados con cloro y ácido peracético. Ingeniería del agua. 2022;26(3):185-204.
10. Díaz García S, González Pérez J. La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento. Ingeniería del agua. 2020;26(2):107-123.
11. Zafra AS. Efectos de los trihalometanos sobre la salud. Hig Sanid Ambient. 2008;8:280-285.
12. Garrido Arias B. Eliminación de ácido peracético para la regeneración de efluentes industriales. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2022.

13. Castellanos-Onorio OP, Díaz-González M, López-Ramírez M, López-Ramírez MA, González-Gómez G, Sánchez-Mota L, et al. Uso del ozono como agente oxidante en la desinfección de aguas. Una revisión. (2023). *Innovación y Desarrollo Tecnológico*. 2023;15(4):1863-1870.

14. Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

15. Real Decreto 614/2024, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.