

Tratamientos con ozono



para el control de la



LEGIONELOSIS

ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN	1
2- LEGIONELLA Y LEGIONELOSIS	2
3- TIPOS DE TRATAMIENTO	4
3.1.- TRATAMIENTOS QUÍMICOS	4
3.2.- TRATAMIENTOS FÍSICOS	5
3.3.- TRATAMIENTOS FÍSICO – QUÍMICOS	5
4- EL OZONO EN EL CONTROL DE LEGIONELLA	7
4.1.- CARACTERIZACIÓN DEL OZONO	7
4.2.- MECANISMO DE ACCIÓN	9
4.3.- DESINFECCIÓN	10
4.4.- VENTAJAS AÑADIDAS	11
5- TOXICOLOGÍA	12
6- NORMATIVA	14
7- INICIATIVAS EN I+D	15
8- PUBLICACIONES	18

María del Mar Pérez Calvo
Dr. en CC. Biológicas
Responsable de I+D de Cosemar Ozono

1 INTRODUCCIÓN

La legionelosis es, desgraciadamente, una de las enfermedades “urbanas” más conocida: prácticamente todos los veranos se declara en España algún brote de legionelosis que provoca no pocas víctimas. Sin ir más lejos, en los veranos de 2001 y 2002 este tipo de neumonía protagonizó una serie de informativos, al haber sido causa de varias muertes por el deficiente mantenimiento del aire acondicionado de ciertas instalaciones.

El vocablo *legionelosis* es un término genérico que describe la “Enfermedad del Legionario”. Se trata de una neumonía infecciosa poco común causada por la inhalación de gotas de agua o partículas contaminadas por la bacteria *Legionella pneumophila*, ampliamente difundida en la naturaleza.

La *Legionella* se encuentra en varios ambientes naturales y artificiales, a partir de los cuales puede llegar a infectar instalaciones como **torres de refrigeración, agua sanitaria, fuentes ornamentales, depósitos de agua, piscinas climatizadas, etc.**, lugares susceptibles de ofrecer el hábitat apropiado para el desarrollo de la bacteria. Este ambiente, junto con la producción de aerosoles que pueden propiciar dichas instalaciones, son los principales causantes de los brotes de legionelosis.

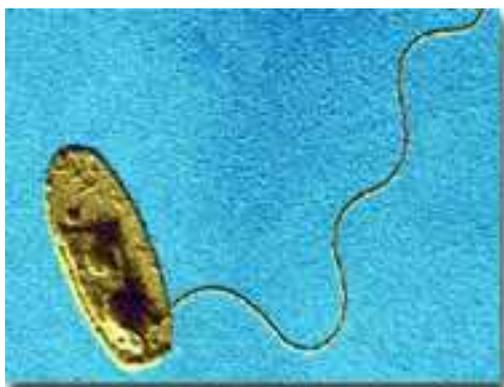


Como respuesta al problema de Salud Pública que esta bacteria constituye, en 2003 se publicó el **Real Decreto 865** con el fin de prevenir la aparición de nuevos brotes en las instalaciones proclives a ello, y que el RD denomina “de riesgo”. Los tratamientos físico-químicos como la ozonización, son contemplados en el 865, teniendo Cosemar ozono una amplia experiencia en la desinfección de agua, tanto en torres de refrigeración como en el resto de

instalaciones susceptibles de propagar *Legionella*.

2 LEGIONELLA Y LEGIONELOSIS

La legionelosis es una enfermedad multisistémica que cursa con neumonía, ocasionada por bacterias del género *Legionella*. Se han identificado hasta el momento 40 especies de este género, siendo la especie *Legionella pneumophila* la causante del 85% de las infecciones. La bacteria se descubrió en 1976 como consecuencia de una epidemia que afectó a 221 personas y ocasionó 34 muertes entre los asistentes a una convención de la Legión Americana, pasando a conocerse desde entonces esta afección como “Legionelosis”, aunque se han llegado a describir casos anteriores.



La enfermedad se presenta fundamentalmente en dos formas clínicas perfectamente diferenciadas: una neumonía que se conoce como “Enfermedad del Legionario”, y que únicamente es contraída por una pequeña fracción de las personas infectadas, y un cuadro más benigno denominado “Fiebre de Pontiac” que puede afectar a un 95% de las personas expuestas a este agente.

El riesgo de infección por *Legionella*, después de una exposición al agua contaminada, depende de una serie de factores entre los que se incluyen la intensidad de la exposición y el estado de salud de la persona expuesta. Aquellos sujetos severamente inmunodeprimidos o con alguna enfermedad crónica, serán muy propensos a desarrollar la enfermedad. El riesgo también se presenta, aunque en menor medida respecto a los anteriores, en personas que fuman o en individuos de edad avanzada.

Su mecanismo de infección es a través de la inhalación de aerosoles de agua contaminada con el patógeno; de esta manera, el microorganismo entra en las vías respiratorias, donde requerirá un periodo de incubación de 2-10 días para que se

presenten los síntomas que caracterizan la enfermedad; El tratamiento requiere antibióticos y cuidados de apoyo junto con hospitalización en los casos más graves.

El tamaño del aerosol es un factor importante, ya que de éste dependerá si se produce la infección y hasta dónde puede llegar la dispersión de la bacteria. Cuanto más pequeño sea el tamaño de la gota, más tiempo se mantiene ésta en suspensión y, por tanto, se prolonga el riesgo de infección. Por otro lado las partículas de los aerosoles deben tener un tamaño inferior a 5 μm para poder pasar a los pulmones sin ser retenidas previamente por las barreras presentes a lo largo del aparato respiratorio.

Los factores que favorecen la colonización de *Legionella* son el estancamiento de aguas, la película biológica (“biocapa”)¹ y las incrustaciones y sedimentos, donde la bacteria encuentra fácilmente su alimento.

En cuanto a los factores que favorecen el desarrollo y multiplicación de la bacteria, la temperatura juega un papel muy importante. A temperaturas entre 20 y 45°C se desarrolla fácilmente, siendo éste precisamente el rango en el que se encuentra el agua en torres de refrigeración, condensadores, duchas y grifos de agua caliente. Entre 0 y 10°C la bacteria puede encontrarse en estado latente mientras que, de 45 a 60°C, temperatura a la que se halla el agua sanitaria caliente, la bacteria no se multiplica, pero persiste. Únicamente a partir de temperaturas por encima de 65°C empieza a morir. (Comisión de Salud Pública, 1998)



Ameba enquellendo un paramecio

La presencia de ciertos protozoos como *Acanthamoeba* resulta asimismo peligrosa, al ser estos microorganismos capaces de soportar el crecimiento intracelular de la bacteria; en su interior se puede amplificar rápidamente alcanzando, en poco tiempo, poblaciones con gran número de individuos que encuentran así protección frente a agentes externos como pueden ser los biocidas.

¹ La “biocapa” o “biofilm”, compuesta por microorganismos, materia orgánica, residuos y materia inerte, actúa como reservorio de la bacteria, además de favorecer el proceso de corrosión de las tuberías y aparatos metálicos.

3 TIPOS DE TRATAMIENTO

3.1- TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Los procedimientos químicos de desinfección son los más extendidos. Consisten en la adición de sustancias químicas con capacidad biocida. El desinfectante más utilizado tradicionalmente en España es el cloro, con el que es frecuente que se realicen tratamientos ineficaces o con excesivas concentraciones. El modo de acción del cloro consiste en infringir, por fenómenos de oxidación, una serie de daños a la membrana de los microorganismos. Estos microorganismos lesionados no crecen, pero pueden seguir produciendo toxinas, e incluso llegar a recuperarse.



Uno de los problemas que presentan los tratamientos a base de cloro es la generación de productos secundarios de oxidación muy persistentes y peligrosos, como los trihalometanos (THM), de carácter cancerígeno, por lo que se han buscado métodos alternativos de tratamiento como los físicos o físico-químicos.

Un factor importante a tener en cuenta en la utilización de desinfectantes químicos es el de las concentraciones, tanto del compuesto como del residual, que permanecen en el agua de vertido. En muchas ocasiones se llegan a exceder los límites establecidos de vertido, suponiendo no sólo un incumplimiento de la ley, sino también un grave daño para el entorno. La recomendación general para evitar exceder el límite de vertido es la dilución con agua o la neutralización mediante la adición de otro compuesto químico, lo que redundaría en un coste adicional.

3.2.- TRATAMIENTOS FÍSICOS

- ✚ **Rayos ultravioleta:** al ser absorbidos por el material genético de las células provoca en éste una reordenación que interfiere en su capacidad reproductora. Se obtiene una buena desinfección a condición de que se apliquen sobre una capa de agua de poco espesor, con una potencia suficiente y renovando las lámparas antes de que acusen una fuerte pérdida de su poder emisor. El agua debe ser clara, sin turbiedad ni color, desprovista de hierro, coloides orgánicos o de microorganismos planctónicos, ya que estas impurezas podrían formar sedimentos sobre los tubos, lo que reduciría considerablemente la penetración de los rayos.
- ✚ **Control de temperatura:** puede llevarse a cabo evitando temperaturas entre 20° y 45 °C (rango de temperatura de desarrollo máximo de *Legionella*). A temperaturas superiores a 70°C se puede conseguir una reducción considerable de microorganismos, en concreto de *Legionella*, aunque siguen permaneciendo todos aquellos resistentes a estas condiciones, además de la “biocapa”, bajo cuya protección pueden desarrollarse otros patógenos. El aumento de temperatura, por otra parte, hace que se intensifiquen los fenómenos de corrosión e incrustación.

3.3- TRATAMIENTOS FÍSICO - QUÍMICOS

Según el RD 865/2003, se entiende por sistema **físico-químico** el utilizado con el fin de destruir la carga bacteriológica del agua mediante la aplicación de procedimientos electroquímicos. Los sistemas de este tipo utilizados en desinfección en la actualidad son principalmente la generación de ozono y la ionización metálica.

Los métodos de desinfección físico-química presentan las ventajas de ser de fácil mantenimiento, bajo impacto ambiental y eliminar los riesgos inherentes a la manipulación, transporte y almacenaje de productos químicos. El ozono además, al ser uno de los más potentes oxidantes conocidos, destruye no sólo los microorganismos presentes en el agua, sino también la película biológica donde estos pueden encontrar protección frente a los desinfectantes químicos.



Asunto: Métodos físico-químicos para el control de la legionelosis

Destinatario: Cosemar Ozono S.L.
Pza. Jaime Merie nº 3
28320 PINTO (Madrid)

El artículo 13 del R.D. 865/2003 de 4 de julio por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis recoge como método para la desinfección del agua en las instalaciones recogidas en el artículo 2 los sistemas físico-químicos entendiéndose como tales : los utilizados con el fin de destruir la carga bacteriológica del agua mediante la aplicación de procedimientos electroquímicos.

Entendemos que la ozonización es un sistema de desinfección fisicoquímico que está recogido en el citado artículo 13 y deberá cumplir con ser de probada eficacia frente a legionella y no deberá suponer riesgos para la instalación ni para la salud y seguridad de los operarios ni otras personas que puedan estar expuestas, debiéndose verificar su correcto funcionamiento periódicamente.

Lo que comunico a los efectos oportunos

Madrid 21 MAY 2004

EL SUBDIRECTOR GENERAL

Francisco Vargas



Fdo.: Francisco Vargas Marcos

4

EL OZONO EN EL CONTROL DE *LEGIONELLA*

Por sus características, el ozono cumple con los requisitos de un biocida ideal:

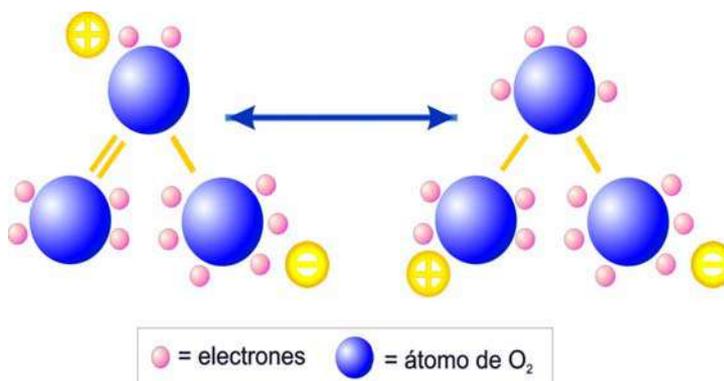
- + Ser efectivo frente a un amplio rango de microorganismos.
- + Actuar rápidamente, a bajas concentraciones y en un amplio rango de pH.
- + No causar deterioro de materiales.
- + Tener un bajo coste, ser seguro y fácil de transportar, manejar y aplicar.
- + Descomponerse fácilmente sin dejar sustancias peligrosas que puedan perjudicar la salud y el medio.
- + Eliminar e impedir la formación de película biológica.

4.1.- CARACTERIZACIÓN DEL OZONO

Desde el punto de vista químico, el ozono es una forma alotrópica del oxígeno, formado por tres átomos de éste, y cuya función más conocida es la de protección frente a la radiación ultravioleta del sol; pero también es un potente oxidante y desinfectante con gran variedad de utilidades. La más destacada es la desinfección de aguas.

Se trata de un gas azul pálido e inestable, que a temperatura ambiente se caracteriza por un olor picante, perceptible a menudo durante las tormentas eléctricas, así como en la proximidad de equipos eléctricos, según evidenció el filósofo holandés Van Marun en el año 1785. A una temperatura de -112°C condensa a un líquido azul intenso. En condiciones normales de presión y

La molécula presenta una estructura molecular angular, con una longitud de enlace oxígeno-oxígeno de 1,28 Å.



4

temperatura, el ozono es trece veces más soluble en agua que el oxígeno, pero debido a la mayor concentración de oxígeno en aire, éste se encuentra disuelto en el agua en mayor medida que el ozono.

Debido a la inestabilidad del compuesto, el ozono debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, que es por el cual pasa el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.

De hecho, esta es una de las ventajas que ofrece el ozono, ya que su generación *in situ* supone un ahorro del espacio dedicado al almacenaje de ciertos



productos; productos que, por su parte, pueden estar clasificados como tóxicos, peligrosos o inflamables. Para evitar posibles accidentes con este tipo de compuestos, su almacenaje debe cumplir con una serie de obligaciones exigidas por la ley, pudiendo en ocasiones no resultar factible el emplazamiento de un almacén de las características requeridas. Una vez consumido el producto, aparece el problema de los envases, que a su vez estarán considerados igualmente productos tóxicos y peligroso si el producto que contenían lo era, por lo que debe garantizarse su correcto tratamiento mediante un gestor autorizado.

4.2.- MECANISMO DE ACCIÓN

La base de la eficacia de un biocida reside en su capacidad de oxidar la materia. Cuando el O_3 es inyectado en el agua, puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción:

1. Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
2. Oxidación por radicales libres hidroxilo (OH^\cdot)

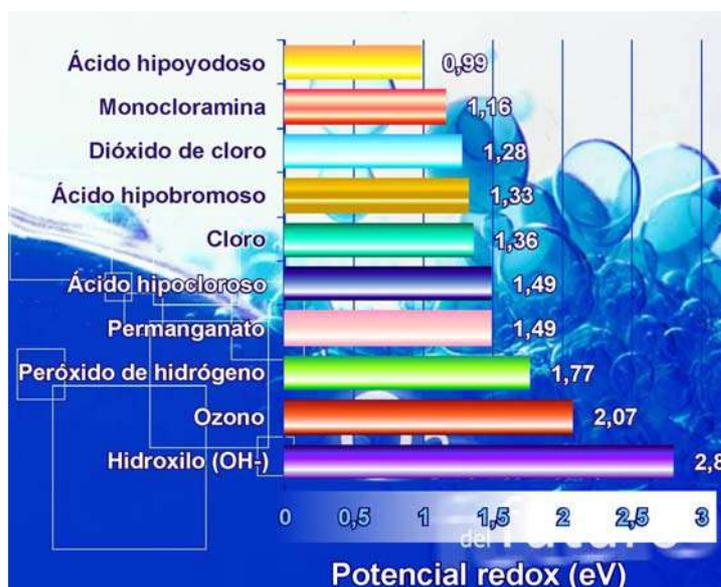


Los radicales libres generados por el ozono constituyen uno de los más potentes oxidantes en agua, con un potencial de 2,80 V. No obstante, presentan el inconveniente de que su vida media es del orden de microsegundos, aunque la oxidación que llevan a cabo es mucho más rápida que la oxidación

directa por moléculas de ozono. De los oxidantes más utilizados en el tratamiento de aguas, los radicales libres de hidroxilo y el ozono tienen el potencial más alto.

Así, dependiendo de las condiciones del medio, puede predominar una u otra vía de oxidación:

- ✚ En condiciones de bajo pH, predomina la oxidación molecular.
- ✚ Bajo condiciones que favorecen la producción de radicales hidroxilo, como es el caso de un elevado pH, exposición a radiación ultravioleta, o por adición de peróxido de hidrógeno, empieza a dominar la oxidación mediante hidroxilos.



4.3.- DESINFECCIÓN

Como ya hemos indicado, la eficacia del ozono como desinfectante está de sobra probada, habiéndose comprobado que es capaz de destruir esporas de *Bacillus subtilis*,

la forma más resistente de los microorganismos.

De hecho, el ozono es efectivo frente a gran número de microorganismos sobre los que actúa con gran rapidez, a bajas concentraciones y en un amplio rango de pH, debido a su alto potencial de oxidación; además no presenta efecto inhibitor en los enzimas intracelulares o, lo que es lo mismo, los microorganismos no de-

Microorganismos estudiados frente a los cuales es efectivo el ozono		
<p>ALGAS</p> <p><i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>BACTERIAS (I)</p> <p><i>Achromobacter</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>Bacillus anthracis</i> <i>Bacillus megaterium</i> (esporas y vegetativa) <i>Bacillus mesentericus</i> <i>Bacillus paratyphosus</i> <i>Bacillus spores</i> Bacillus subtilis (esporas y vegetativa) <i>Clostridium tetani</i> <i>Corynebacterium diphtheriae</i> <i>Eberthella typhosa</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Legionella bozemanii</i> <i>Legionella dumoffii</i> <i>Legionella gormanii</i> <i>Legionella longbeachae</i> <i>Legionella micdadeli</i> <i>Legionella pneumophila</i> <i>Leptospira canicola</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Micrococcus candidus</i> <i>Micrococcus sphaeroides</i> <i>Mycobacterium avium</i> complex <i>Mycobacterium leprae</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Neisseria catarrhalis</i> <i>Nocardia corallina</i> <i>Phytomonas tumefaciens</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Rhodospirillum rubrum</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Salmonella paratyphi</i></p>	<p>BACTERIAS (II)</p> <p><i>Salmonella typhimurium</i> <i>Salmonella typhosa</i> <i>Sarcina lutea</i> <i>Serratia marcescens</i> <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella paradysenteriae</i> <i>Shigella sonnei</i> <i>Spirillum rubrum</i> <i>Staphylococcus albus</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus faecalis</i> <i>Streptococcus hemolyticus</i> <i>Streptococcus lactis</i> <i>Streptococcus salivarius</i> <i>Streptococcus viridans</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Vibrio comma</i></p> <p>HONGOS</p> <p><i>Microsporion audoaini</i> <i>Microsporion lenosum</i> <i>Monilia albicans</i> <i>Trichophyton</i> <i>Mentagrophytes</i> <i>Trichophyton purpureum</i></p> <p>ESPORAS DE HONGOS</p> <p><i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Mucor racemosus A</i> <i>Mucor racemosus B</i> <i>Oospora lactis</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Penicillium expensum</i> <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Rhizopus nigricans</i></p>	<p>NEMÁTODOS</p> <p>Huevos</p> <p>PARÁSITOS</p> <p><i>Cryptosporidium</i> <i>Giardia lamblia</i></p> <p>PROTOZOOS</p> <p><i>Paramecium</i> (Patógenas y no patógenas)</p> <p>VIRUS</p> <p><i>Adenovirus</i> <i>Bacteriophage</i> <i>Coliphage</i> <i>Corona</i> <i>Coxsackie</i> <i>Echovirus</i> <i>Cytomegalovirus</i> <i>Epstein Barr</i> <i>Flavivirus</i> <i>Herpes</i> (todos los tipos) <i>Hepatitis</i> <i>Influenza</i> <i>Orthomyxoviridae</i> <i>Paramyxoviridae</i> <i>Poliomielitis</i> <i>Retroviridae</i> (VIH) <i>Rhabdoviridae</i> (Rabia) <i>Rotavirus</i> <i>Syphilis</i> <i>Tobacco mosaic</i> <i>Toga</i></p> <p>LEVADURAS</p> <p>Levadura de panadería <i>Candida</i> (todas las formas) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces var.</i> <i>Ellipsoideus</i> <i>Saccharomyces sp.</i></p>

sarrollan resistencia frente a él; el ozono, asimismo, elimina eficazmente la película biológica que se presenta como un reservorio de patógenos.

4.4.- VENTAJAS AÑADIDAS

UNA REDUCCIÓN EN EL USO DE ENERGÍA La acumulación de biocapa favorece la deposición de minerales, apareciendo así las incrustaciones. Esta gruesa capa puede acumularse en los intercambiadores de calor dificultando el proceso de refrigeración, necesitándose así un mayor consumo de energía para que éste tenga lugar de manera correcta. Mediante la utilización de ozono se ha llegado a mejorar hasta en un 20%, el proceso de refrigeración.

UN AHORRO DE AGUA Un tratamiento con ozono permite ciclos de concentración mayores, es decir: el agua de la torre puede permanecer más tiempo en circulación sin necesidad de purgas. Esto es debido a que el ozono, al descomponerse rápidamente, contribuye en menor medida a la carga mineral del agua en circulación. También se produce una reducción de consumo de agua al no tener que utilizarla para el proceso de dilución de los vertidos procedentes de la torre, ya que el ozono se descompone sin dejar residuales perjudiciales.

FACILITA EL MANTENIMIENTO DE LA TORRE Al ser el ozono tan efectivo en la destrucción del biocapa y en la prevención de incrustaciones, el mantenimiento en cuanto a la limpieza manual de la torre y sus componentes se hace menos necesaria. Esto supondrá otro ahorro en los costes asociados al buen mantenimiento y funcionamiento de una torre de refrigeración.

UNA REDUCCIÓN DE RIESGOS para el personal de mantenimiento, al no tener que manejar ni transportar compuestos peligrosos, el personal de mantenimiento reduce en gran medida los riesgos derivados de este manejo.

UN BENEFICIO AMBIENTAL Los subproductos generados en la descomposición del ozono no suponen un riesgo para la salud, y además puede convertir moléculas potencialmente dañinas en compuestos menos tóxicos.

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA que regula la calidad del agua que proviene de las purgas de la torre: un tratamiento con dosis adecuadas de ozono disminuye tanto los niveles microbiológicos como las sustancias minerales en las descargas de agua de la torre, con lo que se cumplen los requisitos exigidos en la regulación de vertidos.

5 TOXICOLOGÍA

En cuanto a su ficha toxicológica, el ozono está clasificado únicamente como AGENTE IRRITANTE X_i en aire, no estando clasificado como carcinogénico.

- ✚ Esta clasificación como agente irritante se refiere **exclusivamente a sus concentraciones en aire**, es decir, a los problemas derivados de su inhalación, que dependen de la concentración a la cual las personas están expuestas, así como del tiempo de dicha exposición.

La normativa emitida por la OMS recomienda una concentración máxima de ozono en aire, para el público en general, de 0,05 ppm (0,1 mg/m³).

- ✚ Disuelto en agua, el ozono resulta completamente inocuo, dado que su acción sobre la materia orgánica provoca su rápida descomposición. Únicamente en el caso de tratamientos a altas presiones podría producirse la liberación de ozono al aire, apareciendo entonces en la superficie de intercambio agua-aire concentraciones que podrían considerarse peligrosas; **pero los tratamientos convencionales no se realizan en estas condiciones**. De hecho, **el ozono se encuentra autorizado como coadyuvante en el tratamiento de aguas potables** según la resolución de 23 de Abril de 1984 del Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE Núm. 111 de 9 de Mayo del mismo año), estando asimismo reconocido como desinfectante en la potabilización de aguas por la norma UNE-EN 1278:1999. En palabras textuales de la norma española:

El ozono se auto-descompone en el agua. Por tanto, a las dosis habitualmente aplicadas, no se requiere generalmente ningún proceso de eliminación. [...]

Asimismo, el real decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, incluye el ozono como *sustancia para el tratamiento del agua*, ya que cumple con la norma UNE-EN correspondiente y en vigencia (incluida en el Anexo II del RD, *normas UNE-EN de sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano*: UNE-EN 1278:1999- Ozono).

Por otra parte, en el *Codex Alimentarius*, el ozono viene definido por tener un uso funcional en alimentos como agente antimicrobiano y desinfectante, tanto del agua destinada a consumo directo, del hielo, o de sustancias de consumo indirecto, como es el caso del agua utilizada en el tratamiento o presentación del pescado, productos agrícolas y otros alimentos perecederos.

En el año 2001 FDA (Administración Americana de Alimentos y Drogas), **incluyó el ozono como agente antimicrobiano de uso alimentario**, y desde varios años antes este compuesto se considera como **seguro para alimentos** (GRAS: Generally Recognized as Safe). La autorización de la FDA permite que el ozono pueda ser utilizado en forma gaseosa o líquida en el tratamiento, almacenaje y procesado de alimentos, incluyendo carne y pollo.





NORMATIVA

- ✚ **Real Decreto 865/2003**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- ✚ **NTP 538 del INSHT**, legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones de suministro de agua.
- ✚ **Resolución de 23 de abril de 1984**, de la Subsecretaría, por la que se aprueba la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos autorizados para el tratamiento de las aguas potables de consumo público.²
- ✚ **Norma española UNE 400-201-94**, recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire.
- ✚ **Norma española UNE-EN 1278:1999** de productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada a consumo humano: Ozono, transposición de la Norma Europea EN 1278 de Septiembre de 1998.
- ✚ **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- ✚ **Real Decreto 168/1985**, de 6 de febrero, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

² Complemento de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público aprobada por Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio (Boletín Oficial del Estado.)



7 INICIATIVAS EN I+D

Cosemar ozono, en colaboración con diversas instituciones, lleva años realizando tareas de investigación y desarrollo al objeto de definir nuevas aplicaciones del ozono e introducir en el mercado tratamientos mejorados. Estas actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico nos permiten innovar en nuestro campo, obteniendo resultados tangibles que se transforman en soluciones a problemas comunes.

A continuación se detallan los proyectos de I+D llevados a cabo hasta la fecha, todos ellos con resultados muy positivos:

a.- Estudios realizados en colaboración con diferentes universidades

- ✚ **Hospital Clínico San Carlos. Madrid.-** Eficacia desinfectante del agua ozonizada en el lavado de manos y en el enjuague de boca. (1990)

- ✚ **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.-** Efecto del ozono sobre la conservación del fresón (*Fragaria ananassa*) (2002)

- ✚ **Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.-** Alargamiento del periodo de conservación del tomate mediante tratamiento con ozono. (2005)

- ✚ **Servicio de Medicina Preventiva del Hospital Clínico San Carlos. Madrid.-** Evaluación de la eficacia de una lavadora- desinfectadora acoplada a un generador de ozono. (2005)

- ✚ **Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. Universidad de Santiago de Compostela.-** Estudio de nuevas tecnologías en la conservación de pescado mediante hielo líquido ozonizado. (2005)

b.- Estudios realizados con laboratorios independientes

- ✚ **Estudio microbiológico en glaseadoras ozonizadas.-** Experiencia realizada en JEALSA RIANXEIRA, en colaboración con las empresas MECALSA (Mecánica alimentaria, S.A.) e INTALSA. **Objetivo:** Estudio microbiológico comparativo en una glaseadora clásica para procesamiento de lomos y rodajas de atún con y sin sistema de ozonización en circuito cerrado.



- ✚ **Salas de oreo de industria cárnica.-** Experiencia realizada en CÁRNICAS LLORENTE. Almazán (Soria), en colaboración con las empresas EBA (Estudios Biológicos Ambientales). **Objetivo:** Estudio microbiológico comparativo en una industria cárnica con y sin sistema de ozonización de cámaras frigoríficas y salas de despiece.
- ✚ **Desinfección de material de corte.-** Experiencia realizada en LABORATORIOS SANZ & VIDAL (Galicia), en colaboración con INTALSA (Instituto de Tecnología Alimentaria). **Objetivo:** Evaluar la eficacia desinfectante de un sistema a base de ozono. A partir de una concentración conocida de microorganismos (Cepa Escherichia coli 25922, Cepa Salmonella paratyphi y Cepa Listeria monocytogenes CECT 4032) se evalúa la reducción de ufc en cuchillos sometidos a una atmósfera saturada con ozono durante 10 minutos.

c.- Estudios en curso (2006)

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.- Carga microbiana existente en la solución nutritiva empleada para el cultivo del fresón (*Fragaria x ananassa*) en invernadero de



plástico rígido, ubicado en la provincia de Huelva en cultivo hidropónico sin sustrato con recirculación completa.

- Centro Tecnológico de la Industria Cárnica de la Rioja.- Estudio de la efectividad de la aplicación de ozono y agua electrolizada neutra en la reducción de *Lysteria monocitogenes* en las instalaciones de la Industria cárnica de La Rioja.

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.- Comportamiento del tomate

(*Lycopersicon esculentum Mill*) durante el tratamiento post-cosecha en atmósferas ozonificadas.

PUBLICACIONES

Desde el Departamento de I+D, a cargo de nuestra Dirección Técnica, se han publicado los siguientes artículos en revistas científicas y técnicas especializadas:

- ✚ Pérez Calvo, M., “El ozono en la higiene alimentaria”, *Frío y Clima*, 44, 13-15. Julio, 2004.
- ✚ Pérez Calvo, M.M., “El ozono en el tratamiento de ambientes interiores”, *Montajes e instalaciones*, 395, 69-73. Junio, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “Estudio microbiológico de la calidad y mejora del aire ambiente en guarderías de la CAM”, *Revista de Salud Ambiental*, SESA, V(1), 37-38. Junio 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M.M., “Desinfección en continuo de conductos de aire acondicionado con ozono”, *Instalaciones y técnicas del confort*, 170, 56-65. Julio, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “Ozono: la alternativa a los agentes químicos en la desinfección de cámaras frigoríficas”, *Revista de Toxicología (órgano oficial de la Asociación Española de Toxicología)*, 22(2), 109. Septiembre, 2005.
- ✚ Pérez Calvo, M., “El ozono en la calidad del aire ambiente”, *Gestión de hoteles y restaurantes*, 68, 24-29. Abril, 2006.
- ✚ Pérez Calvo, M.; Palacios Valencia, A. y Amigo Martín, P., “Estudio de indicadores de la calidad de tomate conservado en atmósfera ozonizada”, *Alimentaria*, 373, 124-129. Mayo, 2006.

Asimismo nuestros colaboradores en las investigaciones anteriormente señaladas, por su parte, tienen publicados numerosos artículos, así como tesis doctorales y tesinas, con los resultados de los experimentos llevados a cabo con el ozono.

