



CosemarOzono

VENTAJAS DE LA OZONIZACIÓN APLICADA A ALIMENTOS

ÍNDICE

1- SISTEMA PROPUESTO	2
2- VENTAJAS DEL SISTEMA DE OZONIZACIÓN	3
2.1.- ACCIÓN DESINFECTANTE	3
2.2.- VENTAJAS FRENTE A RIESGOS TOXICOLÓGICOS	4
2.3.- VENTAJAS AMBIENTALES.....	5
2.4.- VENTAJAS EN EL USO.....	6
2.5.- VENTAJAS ECONÓMICAS.....	6
2.6.- VENTAJAS COMPARATIVAS FRENTE A LOS TRATAMIENTOS A BASE DE CLORO.....	7
3- NORMATIVA	9
4- TOXICOLOGÍA	10
5- PUBLICACIONES	12

María del Mar Pérez Calvo
Dr. en CC. Biológicas
Director Técnico de Cosemar Ozono

1.- SISTEMA PROPUESTO

Se propone un método de limpieza y desinfección mediante sistema físico-químico con aporte de ozono en las fases de producción, transformación y distribución de alimentos, con inhibidor de corrosión físico, a tenor de lo regulado en la normativa vigente en el ámbito de la alimentación, así como en cumplimiento de la normativa vigente en materia de desinfección y control de calidad de las aguas y aire, a saber:

- ✚ **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.
- ✚ **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- ✚ **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.
- ✚ **Norma española UNE 400-201-94**: recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire.
- ✚ **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.- VENTAJAS DEL SISTEMA DE OZONIZACIÓN

Frente a la acción, manejo, peligrosidad y eficacia de los agentes químicos utilizados habitualmente en la desinfección de alimentos, utensilios y superficies en contacto con ellos, el ozono presenta una serie de ventajas importantes que pasamos a detallar a continuación:

2.1.- ACCIÓN DESINFECTANTE

El ozono actúa con gran rapidez sobre la materia orgánica y los agentes biológicos debido a su alto potencial de oxidación, superior con mucho al del cloro y otros productos químicos utilizados comúnmente como biocidas.

Se puede decir que el ozono actúa indiscriminadamente, ya que no se han determinado límites en el número o especies de microorganismos que puede eliminar; además no presenta efecto inhibitor reversible en los enzimas intracelulares o, lo que es lo mismo, los microorganismos no desarrollan resistencia frente a él.¹

Debido a su alto potencial redox, este desinfectante provoca la oxidación directa de los elementos integrantes de la pared celular antes de penetrar en el interior del microorganismo, donde oxida ciertos componentes esenciales para la supervivencia del mismo (enzimas, proteínas, ADN y ARN). Una vez dañada la pared celular, se produce la lisis de la célula y, con ello, su destrucción definitiva.

Por otra parte, el ozono necesita menor concentración y tiempo de contacto que otros biocidas para lograr el mismo grado de desinfección que estos; ello se explica por su alto poder oxidante, así como por su mecanismo de acción que, como hemos indicado, no provoca fenómenos de resistencia. Asimismo, y a diferencia de otros desinfectantes, su acción es independiente del pH del agua (a niveles de pH entre 6 y 9).

¹ Ver **Tabla 2** (página 8): Listado de microorganismos referenciados para los cuales es activo el ozono

2.2.- VENTAJAS FRENTE A RIESGOS TOXICOLÓGICOS

Tanto para los usuarios como para los técnicos que hayan de trabajar con ozono, éste ofrece las mayores garantías de seguridad, ya que elimina los principales factores de riesgo presentes en los tratamientos químicos de desinfección (como es el caso de los compuestos de cloro): riesgos originados por la propia toxicidad del producto, así como aquellos derivados de su manipulación, transporte y almacenaje.

Únicamente en su forma gaseosa resulta el ozono un agente irritante y está clasificado como nocivo. En dicho estado, el límite de ozono en ambiente permitido por ley es de 0,05 ppm.

Por las características del proceso de generación de ozono, la posibilidad de alcanzar niveles del gas por encima de los mínimos regulados, tanto en aire como en agua, es totalmente inexistente, por lo que **el riesgo de intoxicación es nulo en cualquier circunstancia**. Aun en el improbable caso de fallo mecánico de las máquinas generadoras, la consecuencia sería una disminución en la producción de ozono, nunca un aumento.

Así pues, en las condiciones de aplicación propuestas, el ozono no presenta peligrosidad alguna, máxime en el tratamiento del agua, ya que en este supuesto se utiliza disuelto, y **el agua ozonizada no presenta toxicidad** por contacto.

Por lo demás, debido a la inestabilidad de este compuesto, no se originan subproductos en el tratamiento, ya que el ozono se descompone rápidamente en oxígeno, completamente inocuo, por lo que en este particular no supone tampoco riesgo alguno para la salud. Este hecho supone un beneficio adicional de la ozonización frente a los tratamientos llevados a cabo con compuestos de cloro, ya que estos dan lugar, en el proceso de oxidación, a subproductos muy persistentes y peligrosos como los clorofenoles o trihalometanos (de probado carácter cancerígeno).

Por otra parte, al generarse *in situ* como hemos señalado, se hace innecesaria su manipulación, almacenamiento o transporte, lo que redundaría en una disminución muy significativa de los riesgos derivados de estas actividades: irritaciones y corrosiones por contacto o inhalación, accidentes graves por vertidos de sustancias peligrosas...

2.3.- VENTAJAS AMBIENTALES

Como acabamos de indicar, los tratamientos de desinfección con ozono no producen compuestos secundarios ni incluyen aditivos que resulten perjudiciales para el entorno: carecen por completo de impacto ambiental.

Además, este compuesto no sólo ejerce su poder oxidante sobre microorganismos y materia orgánica, sino que es, asimismo, capaz de convertir moléculas potencialmente dañinas (alcanos y alquenos, de elevada reactividad) en compuestos menos tóxicos, lo que supone un beneficio ambiental añadido.

En este aspecto, por tanto, la ozonización resulta también superior a los tratamientos tradicionales con cloro que, como ya se ha mencionado, además del cloro residual presente en el vertido, generan productos secundarios de oxidación muy persistentes y peligrosos.

Por otra parte, la dosificación correcta de los desinfectantes clorados está en función de numerosos parámetros que no suelen tomarse en consideración al realizarse los tratamientos, resultando la cantidad necesaria de producto muy variable –y por ello difícil de determinar– en un mismo punto según se vean modificadas las condiciones del agua circulante (pH, temperatura, carga orgánica, mineralización, etc.); este hecho, unido a los fenómenos de resistencia en microorganismos a que puede dar lugar el cloro en determinados casos, hace que no resulte infrecuente la sobredosificación, con el gasto y el perjuicio a instalaciones y al medio que ello implica.

Recapitulando, el sistema de desinfección por ozono conduce, en lo que a impacto ambiental concierne, a una:

- ✚ Eliminación de factores de riesgo por vertido de agentes potencialmente ecotóxicos para el medio.
- ✚ Eliminación de agentes químicos reactivos para el medio.
- ✚ Eliminación del problema de gestión de envases.

2.4.- VENTAJAS EN EL USO

Aparte de los beneficios ya citados de su inocuidad en las fases de manipulación y uso, y de la imposibilidad de provocar accidentes por vertido de sustancias tóxicas, la principal ventaja en su utilización es la de **permitir tantos tratamientos de choque como sean necesarios** en cada circunstancia, sin coste adicional alguno y sin que ello suponga ninguna dificultad en la aplicación de dichos tratamientos extra.

2.5.- VENTAJAS ECONÓMICAS

El principal beneficio económico que implican los tratamientos de desinfección con ozono, es la supresión de los consumibles químicos y energéticos que precisan, respectivamente, los métodos tradicionales químicos y físicos.

A dicho beneficio deben sumársele aquellos que, por sus características de acción y aplicación, el sistema de ozonización proporciona, a saber:

- ✚ Una reducción del esfuerzo de mantenimiento de las instalaciones, en cuanto a limpieza manual de las mismas, al resultar el ozono de gran eficacia en la destrucción del biofilm y en la prevención de incrustaciones.
- ✚ Un ahorro de agua, al permitir ciclos de concentración mayores que redundan en una mayor permanencia del agua en circulación sin necesidad de purgas.
- ✚ Una reducción del gasto energético, al evitar el ozono la aparición de incrustaciones susceptibles de acumularse en los intercambiadores de calor y dificultar el proceso de refrigeración.
- ✚ El ahorro que supone la reducción de accidentes laborales y ambientales, así como el que implica el poder prescindir de locales aptos para el almacenaje de productos químicos tóxicos y el evitar el problema de la gestión de envases de dichos productos.

2.6.- VENTAJAS COMPARATIVAS FRENTE A LOS TRATAMIENTOS A BASE DE CLORO

En resumen, aparte de la bondad intrínseca de la ozonización, este sistema de desinfección presenta, en lo que a calidad del agua tratada se refiere, frente al método químico más utilizado (los tratamientos con cloro), las ventajas que se sintetizan en la tabla que sigue (Tabla 1).

	CLORO	OZONO
OLOR	Desagradable en agua	Ninguno
SABOR	Desagradable en agua	Ninguno
COLOR	Amarillento	Incoloro
PODER DE OXIDACIÓN*	Bueno (1'36)	Máximo (2,07) (Superior al cloro)
MECANISMO DE REACCIÓN	Oxidación indirecta	Oxidación directa
PRODUCTOS INTERMEDIOS	Clorofenoles, Trihalometanos, Cloro	Oxígeno
CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS	Persistentes y peligrosos	Sin residuos
ACCIÓN ANTIBACTERIANA	Muy variable dependiendo de las especies. Origina resistentes	Elevada No origina resistentes
ACCIÓN ANTIVÍRICA	Prácticamente nula	Elevada
ACTIVIDAD DESTRUCTORA EN PARÁSITOS	Leve	Elevada
ACTIVIDAD SOBRE HONGOS	Leve	Elevada
ACTIVIDAD SOBRE QUISTES Y ESPORAS	Leve	Elevada
ACTIVIDAD ESTRUCTURAL EN MICROCONTAMINANTES (Hidrocarburos, detergentes fenoles, sustancias clóricas, plaguicidas)	Ninguna o leve	Elevada
ACCIÓN SOBRE ORGANISMOS MOLECULARES INAPRECIABLES (olor y sabor)	Nula	Alta

Tabla 1.- Comparativa de los resultados de potabilización de agua con cloro y ozono.

(*Valor del potencial de oxidación referido al electrodo de hidrógeno, expresado en voltios).

<p>ALGAS</p> <p><i>Chlorella vulgaris</i></p> <p>BACTERIAS (I)</p> <p><i>Achromobacter</i> <i>Aeromonas hydrophilia</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 micdadadel</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>Microsporon audoaini</i> <i>Microsporon 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>Cytomegalovirus</i> <i>Echovirus</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>
--	--	--

Tabla 2: Listado de microorganismos referenciados para los cuales es activo el ozono.

3.- NORMATIVA

En lo que a este punto respecta, el tratamiento con ozono constituye uno de los sistemas fisico-químicos de desinfección contemplados por la normativa vigente y exentos de inscripción en el Registro de Plaguicidas de la Dirección General de Salud Pública y Consumo, según se especifica en el Art. 14 del Real Decreto 865/2003.

Asimismo, el sistema de desinfección mediante tratamientos con ozono, está ampliamente refrendado por la comunidad internacional y se encuentra regulado por la siguiente normativa nacional:

- ✚ **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.
- ✚ **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.

4.- 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.



5.- 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.

