

# TRATAMIENTOS CON OZONO



**GLASEADORAS CON OZONO**

Para espacios saludables

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. QUÉ ES EL OZONO</b>	<b>3</b>
Ficha descriptiva.....	3
Caracterización.....	4
Mecanismo de acción.....	5
Espectro de acción.....	7
El ozono como biocida alternativo.....	8
<b>3. PROBLEMAS GENERALES EN EL PROCESADO DE PESCADO</b>	<b>9</b>
<b>4. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN</b>	<b>10</b>
Agua de ducha.....	10
Recomendación: aire de secado.....	11
<b>5. EXPERIENCIAS CON OZONO EN INDUSTRIA PESQUERA</b>	<b>12</b>
Estudios realizados en colaboración con laboratorios independientes.....	13
Algunos de nuestros clientes.....	15
<b>6. DATOS TOXICOLÓGICOS</b>	<b>15</b>

# 1. Introducción

A pesar de que siempre ha existido en la industria alimentaria una política de prevención y control de riesgos que cristalizó en los sistemas de APPCC, en los últimos años se ha percibido un considerable interés de las empresas por la implantación y certificación de sistemas de gestión de la calidad como un medio más de revalorizar y asegurar la excelencia de sus productos.

Sin embargo, la transformación de pescado en un producto apto para el consumo humano conlleva inevitablemente la proliferación de microorganismos nocivos para la salud, lo que constituye el principal origen de los puntos críticos definidos en los sistemas de APPCC de las industrias dedicadas a estas actividades.

La tecnología del ozono, poderoso desinfectante apto para uso alimentario, resuelve eficazmente los problemas de contaminación microbiológica en los puntos problemáticos. Los criterios de definición de Puntos Críticos y la metodología aplicada a la solución del problema, pertenecen al “know-how” de Cosemar Ozono, y han permitido resolver dificultades tradicionalmente mal planteadas y estudiadas por otras compañías, nacionales y europeas, fabricantes de ozono.

Este criterio industrial de venta de soluciones y aplicaciones, con seguimiento integral de la eficacia de la tecnología propuesta, es una característica diferencial de la División Industrial de Cosemar Ozono, dedicada al diseño, ejecución y supervisión de soluciones industriales, con el fin de obtener un producto final de calidad óptima.



## Riesgos:

1. Recepción de materia prima contaminada
2. incorporación al suelo, cinta y maquinaria de:
  - Compuestos orgánicos
  - Enterobacterias
  - Coliformes
  - Shigellas
  - Flora esporulada, etc



## Efectos del Ozono

1. Eliminación o reducción importante de microorganismos (bacterias, hongos, virus y esporas).
2. Eliminación o reducción importante de contaminaciones químicas (en agua y aire)
3. Eliminación o reducción importante de olores (en agua y aire)

## 2. Qué es el Ozono

El **ozono** es un compuesto formado por tres moléculas de oxígeno, cuya función más conocida es la de protección frente a la peligrosa 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.

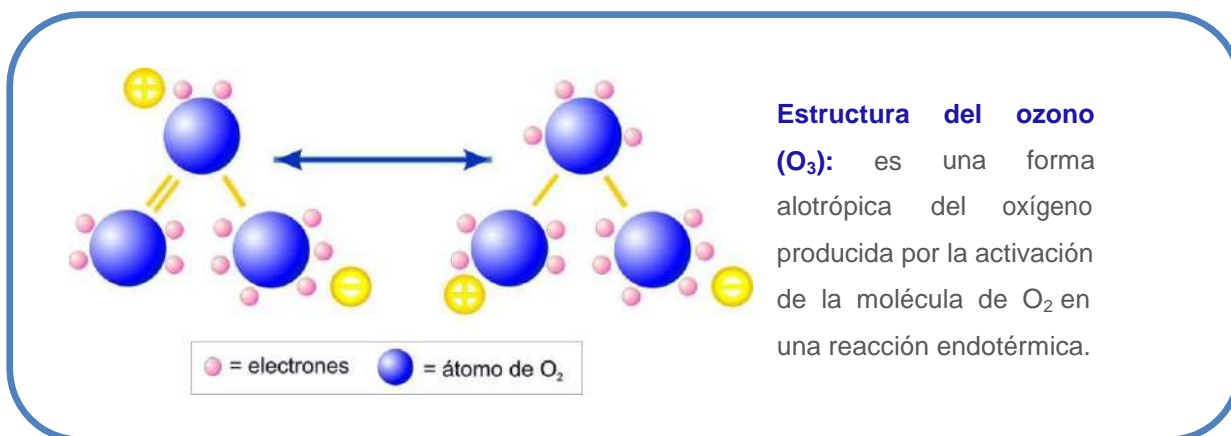
### Ficha descriptiva del ozono

Identificación	
Nombre químico	ozono
Masa molecular relativa	48 g/L
Volumen molar	22,4 m <sup>3</sup> PTN/Kmol
Fórmula empírica	O <sub>3</sub>
Número de registro CAS	10028-15-6
Referencia EINECS	233-069-2
Densidad (gas)	2,144 g/L a 0°C
Densidad (líquido)	1,574 g/cm <sup>3</sup> a - 183°C
Temperatura de condensación a 100kPa	-112°C
Temperatura de fusión	-196°C
Punto de ebullición	-110,5°C
Punto de fusión	-251,4°C
Temperatura crítica	-12°C
Presión crítica	54 atms.
Densidad relativa frente al aire	1,3 veces más pesado que el aire
Inestable y susceptible de explotar fácilmente	Líquido -112°C Sólido -192°C
Equivalencia	1 ppm = 2 mg/m <sup>3</sup>

## 2.2. Caracterización

es 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  $-112^{\circ}\text{C}$  condensa a un líquido azul intenso. En condiciones normales de presión y 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.

La molécula presenta una estructura molecular angular, con una longitud de enlace oxígeno-oxígeno de 1,28 Å; se puede representar de la siguiente manera:



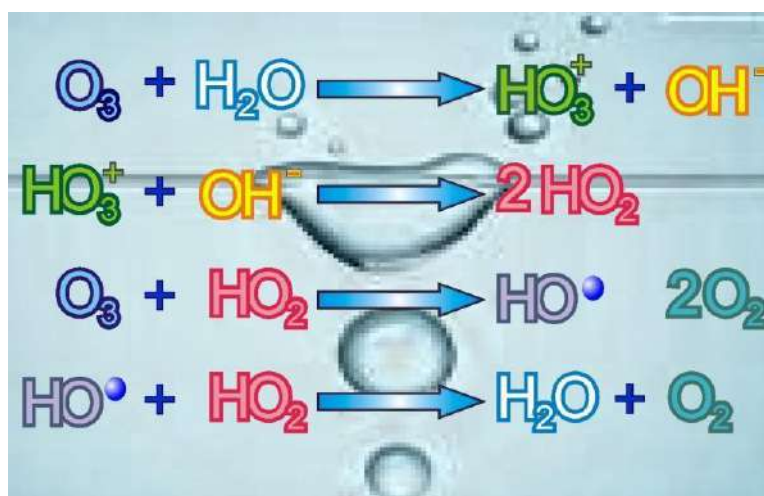
Debido a la inestabilidad del compuesto, en este tipo de aplicaciones, éste debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasar una corriente de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, 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.

## Mecanismo de acción

Cuando este gas 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.

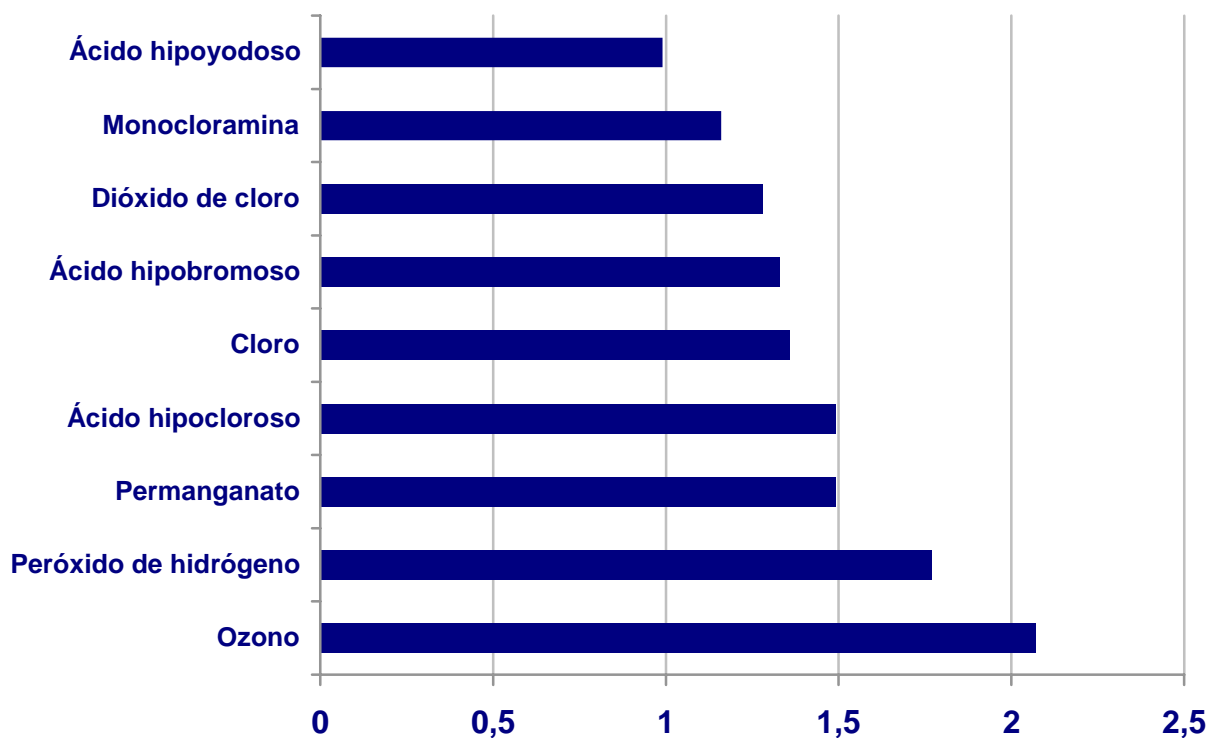
Los radicales libres hidroxilo, ( $\text{OH}^\bullet$ ), se generan en el agua como a continuación se expone:



Los radicales libres así generados, 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, como se puede observar en la siguiente tabla:

## Potencial redox (eV)



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 hidroxilos, como es el caso de un elevado pH, exposición a radiación ultra-violeta, o por adición de peróxido de hidrógeno, empieza a dominar la oxidación mediante hidroxilos. (EPA Guidance Manual, 1999).

## Espectro de acción

Se puede decir que el ozono no tiene límites en el número y especies de microorganismos que puede eliminar, dado que actúa sobre estos a varios niveles.

La **oxidación directa de la pared celular** constituye su principal modo de acción. Esta oxidación provoca la rotura de dicha pared, propiciado así que los constituyentes celulares salgan al exterior de la célula. Asimismo, la producción de radicales hidroxilo como consecuencia de la desintegración del ozono en el agua, provoca un efecto similar al expuesto.

Los daños producidos sobre los microorganismos no se limitan a la oxidación de su pared: el ozono también causa daños a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), provocando la ruptura de enlaces carbono-nitrógeno, lo que da lugar a una **despolimerización**. Los microorganismos, por tanto, no son capaces de desarrollar inmunidad al ozono como hacen frente a otros compuestos.



El ozono  
destruye  
el núcleo de  
los gérmenes

El ozono es eficaz, pues, en la **eliminación de bacterias, virus, protozoos, nemátodos, hongos, agregados celulares, esporas y quistes** (Rice, 1984; Owens, 2000; Lezcano, 1999).

Por otra parte, **actúa a menor concentración y con menor tiempo de contacto** que otros desinfectantes como el cloro, dióxido de cloro y monoclóraminas.

Además el ozono, como indicábamos previamente, **oxida sustancias citoplasmáticas**, mientras que el cloro únicamente produce una destrucción de centros vitales de la célula, que en ocasiones no llega a ser efectiva por lo que los microorganismos logran recuperarse (Bitton, 1994).



## El Ozono como biocida alternativo

Por sus singulares características, el ozono cumpliría con gran parte de los ideales de un biocida como:

- Ser efectivo frente a un gran número de especies de microorganismos.
- Actuar rápidamente y ser efectivo a bajas concentraciones en un amplio rango de pH.
- 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.
- No alterar las características organolépticas del pescado.
- Único sistema de desinfección en continuo: desinfección continuada y sistemática de las conducciones de los sistemas de refrigeración (eliminación de bacterias, hongos, virus y esporas)
- Destrucción de los contaminantes químicos depositados en las tuberías de conducción (de aire y de agua)
- Destrucción total o parcial de los contaminantes químicos del ambiente y del agua (causantes de malos olores y sabores).
- Desinfección de las aguas de proceso y de los locales de trabajo (destrucción de microorganismos varios).
- Desinfección de las superficies de trabajo, con la utilización de agua ozonizada en las operaciones de aclarado final en los protocolos de limpieza -desinfección.
- En resumen, el uso del ozono representa la utilización de un agente desinfectante eficaz, seguro, sin valor residual, que no traslada sabores, olores ni aspecto “extraños” a los elaborados.

Este sistema puede, además, utilizarse tanto como **tratamiento de choque** como en pequeñas concentraciones de **manera continua**. Un tratamiento continuo asegura no sólo la ausencia de microorganismos patógenos: también elimina aquellos microorganismos que forman parte de la película biológica, que se presenta como un reservorio de patógenos a eliminar si se quiere prevenir una constante recontaminación de las instalaciones

### 3. Problemas generales en el procesado y eviscerado de pescado

En el transcurso de la producción de una planta de procesado de pescado –sobre todo en el eviscerado-, se incorporan a las cintas, la maquinaria en general, el suelo y el ambiente (en forma de aerosoles), cantidades importantes de compuestos orgánicos (proteínas, aminas, derivados azufrados, gotas de grasa, etc.), así como una carga bacteriana, de origen entérico y capacidad de vehiculación hídrica, considerable (enterobacterias, coliformes, *E. coli*, estreptococos fecales, *Shigella* s.p., estafilococos, *Pseudomonas*, flora esporulada, etc.), sin olvidar la posibilidad de que ocasionalmente pueda producirse una contaminación de componentes y sistemas por *Legionella pneumophila*.

Este hecho menoscaba las condiciones higiénicas de los laterales de la instalación o las paredes cercanas a las vísceras, tanto en cuanto al espacio interior de la planta (aire ambiente, suelo, paredes y techos) como a la maquinaria de procesado, liberando cantidades importantes de compuestos halogenados (halofenoles), así como una carga microbiológica considerable de origen diverso y capacidad de vehiculación hídrica, sin olvidar la posibilidad de que ocasionalmente pueda producirse una contaminación de componentes y sistemas por *Legionella pneumophila*.

Por otra parte, el uso de aguas con una carga microbiológica elevada, conlleva la recontaminación sistemática de las líneas de trabajo en los lavados, lo que comporta la aparición de posteriores fenómenos de acantonamiento bacteriano y resistencias cruzadas.

Mediante la utilización correcta de la tecnología del ozono pueden conseguirse los resultados ya mencionados en el punto anterior.

## 4. Propuestas de actuación

El caso que nos ocupa afecta a la seguridad imprescindible para la calidad de un producto alimenticio, susceptible de contaminarse, degradarse por descomposición y acción bacteriana y, en fin, de resultar no apto para el consumo, lo que constituye un auténtico despilfarro del esfuerzo productivo, tanto en términos humanos como económicos.


Tras el análisis y diagnóstico para diseñar la instalación que mejor se adapte a sus necesidades, estas son nuestras recomendaciones:

### Agua de duchas

El agua de uso general de la planta puede presentar materiales en suspensión que reducen su calidad, así como microorganismos no deseables que la convierten en un serio peligro para la calidad del producto final. Aún siendo este último supuesto poco probable, la tecnología del ozono está acreditada en los países avanzados como la opción más eficaz, con capacidad para descontaminar química y microbiológicamente el agua, además de añadirle poder desinfectante, lo que constituye el fin principal que Vds. persiguen.

Para ello, recomendamos hacer un tratamiento de ozonización con recirculación en un depósito, adaptado a la estructura de sus instalaciones (depósito de 100L), que nos permita conseguir una buena transferencia de ozono en el agua para reducir la carga microbiana presente en su materia prima.

Sería deseable contar con el efecto de arrastre y desinfección que proporciona el ozono en las duchas usadas en la limpieza previa al corte e, incluso, si no hubiera contraindicación explícita, en el propio corte. Con esto reduciríamos considerablemente la flora existente en la materia recepcionada por Vds. y la posibilidad de contaminación cruzada.



No existe peligro de que, con esta aplicación, aparezcan residuales de gas ozono en concentraciones de riesgo para los trabajadores, ya que a causa de la gran cantidad de materia orgánica presente, el ozono se descompone rápidamente sin llegar a alcanzar el límite establecido para exposiciones de 8 horas, fijado por la OMS y la Norma española en 0,05 ppm. Es importante señalar que podemos verificar en cualquier momento el nivel de oxidantes totales al que estarán expuestos los trabajadores de las salas con ozono mediante equipos debidamente calibrados.

### **Recomendación: Aire de secado**

De poco serviría la desinfección de las piezas si en su posterior tratamiento se depositan en su superficie los microorganismos que el aire de secado puede proyectar, como una auténtica inyección. Recomendamos, por tanto, proceder a una desinfección eficaz del aire a utilizar en el secado del producto, así como de sus conductos, bien mediante ozono, bien con ultravioleta.

## 5. Experiencias con ozono en industria pesquera

La experiencia de Cosemar Ozono en instalaciones en las cuales se aplica agua ozonizada mediante difusores sobre piezas de atún procedentes de la cocción, en una operación de atemperamiento térmico, constituye uno de los protocolos de actuación implantado por nuestra empresa en varias plantas conserveras de Galicia. El sistema de ducha con agua ozonizada presenta las siguientes ventajas, acreditadas en las citadas industrias:

- Reduce de modo importante las mermas en el peso de las piezas, originadas por deshidratación y descomposición microbológica de sustancias orgánicas (proteínas y grasas).
- Permite un mayor control microbológico en la superficie de las piezas, desinfectando ésta y consiguiendo una menor difusión microbiana hacia el músculo, lo que retarda la descomposición.
- Reduce de modo importante la producción de aminas biógenas (histamina, histidina, etc.), generadas por los procesos de descomposición que provoca el metabolismo normal de la flora microbiana.
- Se nos ha descrito por parte de los departamentos de calidad y producción de usuarios de la aplicación descrita, un ligero blanqueamiento de las superficies en contacto con el agua ozonizada; este dato nos ha llevado al diseño de estudios destinados a obtener, con la aplicación adecuada, resultados más marcados en este aspecto.

Merced a la confidencialidad que debemos a nuestros clientes, no estamos en condiciones de proporcionarles datos cuantitativos procedentes de las conserveras que nos describen estas ventajas, por entender éstas que son patrimonio del conocimiento industrial propio. No obstante, como ya hemos comentado, hemos comprobado “in situ” todas las ventajas que aquí reflejamos, y sí podemos afirmar que todos nuestros clientes han instalado nuevas aplicaciones de ozono con el propósito que aquí se describe, entre muchos otros.

## Estudios realizados en colaboración con laboratorios independientes



### ESTUDIO DE LA EFICACIA DEL TRATAMIENTO CON OZONO EN UNA PLANTA DE PROCESADO DE MEJILLÓN (Boiro, La Coruña)

Experiencia realizada en colaboración de INTALSA (Instituto de Tecnología Alimentaria)

Se determinó, en primer lugar, la carga microbiana inicial en el producto final (vianda). Los resultados que refleja la gráfica como "inicio", son los valores medios obtenidos en el periodo de Octubre a Noviembre de 2004.

Posteriormente, tras la puesta a punto del sistema de ozonización, se volvieron a realizar los recuentos microbiológicos pertinentes. Los datos que aparecen en la gráfica como "con O<sub>3</sub>", representan la media de los resultados obtenidos en el periodo de Agosto a Octubre de 2005. Los indicadores microbiológicos estudiados fueron: Aerobios mesófilos totales, enterobacterias totales, coliformes totales, *Salmonella*.

Los valores máximos permitidos según el Ministerio de Sanidad y Consumo son los siguientes:

- ✦ Aerobios mesófilos totales → 100.000 ufc/g
- ✦ Enterobacterias totales → 1.000 ufc/g
- ✦ *Salmonella* → Negativo/25 g

#### RESULTADOS:





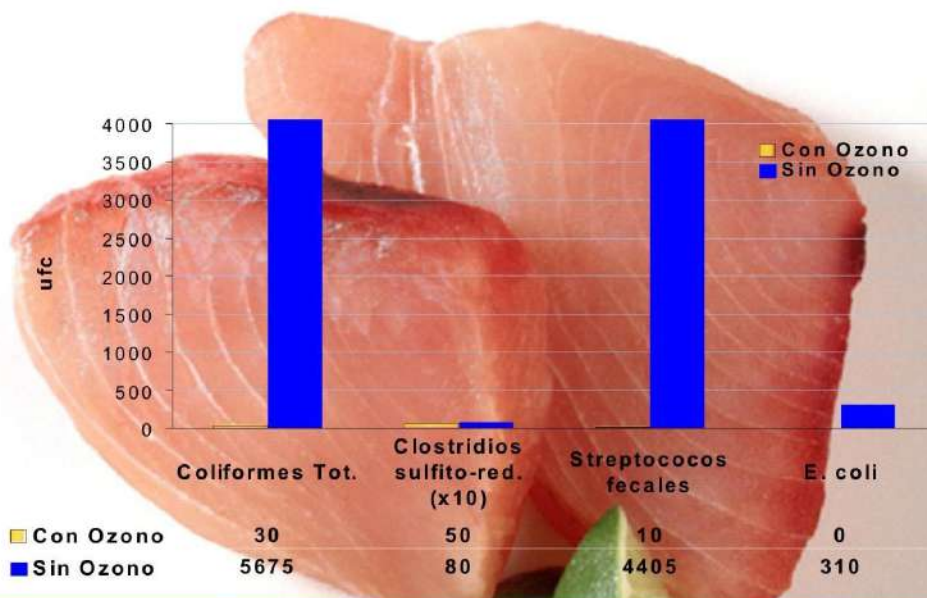
**Estudio microbiológico en glaseadoras ozonizadas**



**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 procesado de lomos y rodajas de atún con y sin sistema de ozonización en circuito cerrado.
- **Material:** Generador de O<sub>3</sub>, modelo Hidromix 4g; cámara de contacto (optimiza la transferencia gas/líquido); sistema de filtración.
- **Método:** Determinación de colonias de Coliformes totales, Clostridios sulfito-reductores, Salmonela, Shigela, Vibrios parahemolíticos, Streptococos fecales y E. coli, en 12 muestras de lomo y rodajas de atún glaseadas con agua normal y 12 muestras con agua ozonizada.

**Estudio microbiológico en glaseadoras ozonizadas**



Son llamativas las reducciones de Coliformes totales, Estreptococos fecales y E. coli, así como el indicador inespecífico de recuento de aerobios totales (de 126.487 a 3.500 ufc).

## Algunos de nuestros clientes

A causa del compromiso de confidencialidad contraído con nuestros clientes y a la normativa que regula la protección de datos, evitamos aportar información recogida en industrias similares a la suya, invitándoles a visitar, mediante los siguientes enlaces, resultados obtenidos con nuestros sistemas en otras instalaciones. En nuestras páginas pueden estudiar otras muchas referencias no directamente relacionadas con su sector.

[http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios\\_30.pdf](http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios_30.pdf)

[http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios\\_32.pdf](http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios_32.pdf)

[http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios\\_39.pdf](http://www.cosemarozono.es/pdf/servicios_39.pdf)

<http://www.cosemarozono.es/noticias.asp?idnoticia=28>

## 6. Datos toxicológicos

En cuanto a su ficha toxicológica, el ozono está clasificado únicamente como AGENTE IRRITANTE X<sub>i</sub> 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/m<sup>3</sup>).

### Datos de toxicidad por inhalación

- TLV: 0,1 ppm
- Recomendaciones de seguridad de la norma UNE 400-201-94: <100 µg/m<sup>3</sup>
- Los Valores Límite Ambientales (VLA) (año 2012), establecen para el ozono límites de exposición en función de la actividad realizada, siendo el valor más restrictivo 0,05 ppm (exposiciones de 8 horas) y 0,2 ppm para periodos inferiores a 2 horas. La EPA establece un estándar de 0,12 ppm para 1 hora de exposición y la OMS propone un valor de referencia de 120 µg/m<sup>3</sup> ó 0,06 ppm para un periodo máximo de 8 horas



Por otra parte, salvo que se almacene líquido a altas presiones, el ozono es generado *in situ*, no pudiendo existir escapes superiores a la producción programada en los generadores, ya que estos únicamente producen el gas, no lo acumulan. Los valores para producir efectos agudos letales son muy altos, de 15 ppm, concentraciones prácticamente inalcanzables en tratamientos convencionales.

Disuelto **en agua, el ozono resulta completamente inocuo**, dado que su acción sobre la materia orgánica provoca su rápida descomposición. 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).

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 la FDA (Administración Americana de Alimentos y Drogas) lo ha clasificado como GRAS (Generally Recognized as Safe: agente antimicrobiano seguro para alimentos), autorizando su uso sobre alimentos. Esta autorización permite que el ozono sea utilizado en forma gaseosa o líquida en el tratamiento, almacenado y procesado de alimentos, incluyendo carnes y ovoproductos.