

# TRATAMIENTOS CON OZONO



**Informe emitido en**

Enero, 2013

# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>2.- PROBLEMAS GENERALES EN GRANJAS AVÍCOLAS</b> | <b>3</b>  |
| <b>3. QUÉ ES EL OZONO. EQUIPOS INDUSTRIALES</b>    | <b>4</b>  |
| 3.1. Ficha descriptiva .....                       | 4         |
| 3.2. Caracterización .....                         | 5         |
| 3.3. Mecanismo de acción .....                     | 6         |
| 3.4. Potabilización de agua .....                  | 8         |
| 3.5. Espectro de acción .....                      | 9         |
| 3.6. El ozono como biocida seguro .....            | 10        |
| <b>4. VENTAJAS Y UTILIDADES</b>                    | <b>11</b> |
| <b>5. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN</b>                  | <b>13</b> |
| 5.1. Agua de uso general de la planta              | 14        |
| 5.2. Tratamiento de aire en continuo               | 14        |
| 5.3. Control microbiológico periódico              | 15        |
| 5.4. Almacenamiento. Cámaras frigoríficas          | 15        |
| <b>6. DATOS TOXICOLÓGICOS</b>                      | <b>16</b> |

# 1. Introducción

La **bioseguridad** en una granja engloba todas aquellas **medidas** que se pueden tomar a nivel de explotación para evitar la entrada de microorganismos desde el exterior (o al menos microorganismos de los que nuestra granja está libre). Se trata de “aislarse” del exterior, controlando todas las vías por las que pueden entrar enfermedades a la granja

No obstante aún en el caso de conseguir este aislamiento, en las **granjas avícolas**, el alto número de animales puede ocasionar contaminaciones y **contagios** debidos a numerosos microorganismos presentes en el **ambiente**. Asimismo, el cloro utilizado normalmente en exceso para la **desinfección del agua**, puede ocasionarles problemas digestivos y de inmunodeficiencia que afectarán a su salud y, por tanto, a su producción.

En el caso de la **avicultura**, un análisis de las principales bacterias **patógenas contaminantes** obliga a tener en cuenta ciertas **especies** con diversos grados de **peligrosidad**. Estos patógenos poseen propiedades inherentes de **alta transmisibilidad** y presentan una gran resistencia a la inactivación (pérdida de la infectividad) debido a la temperatura ambiental y la luz del sol.

La tecnología del **ozono**, poderoso desinfectante **apto** para uso alimentario, así como en presencia de personas y **animales**, **resuelve** eficazmente los problemas de contaminación microbiológica en los puntos problemáticos, tanto en agua como en aire.

## Riesgos

### 1. Contaminación biológica

Contaminación de materia prima en la puesta: incorporación al suelo, cinta y maquinaria de bacterias de origen entérico. Contaminación cruzada, *Salmonella*, Coliformes, etc.

### 2. Contaminación química

Debida a compuestos procedentes de la desinfección, así como moléculas aromáticas que pueden interferir con los caracteres organolépticos del producto final.



## Consecuencias

### 1. Acortamiento de la vida media de los animales

Debido a la presencia de microorganismos patógenos en aire o agua, o a causa de los desinfectantes utilizados en la limpieza y desinfección.

### 2. Toxiinfecciones alimentarias

Entre las consecuencias más graves de la contaminación química o biológica de los alimentos, se encuentran las toxiinfecciones alimentarias.

### 3. Devaluación de imagen de marca

Además de los problemas humanos que acarrear las toxiinfecciones alimentarias, una vez determinado el foco de la intoxicación, las consecuencias económicas y de imagen son irreparables.

## 2.- Problemas generales en granjas avícolas

El verdadero desafío para un país en desarrollo es la creación de sistemas sostenibles de control de las enfermedades avícolas donde se centren e integren los recursos profesionales disponibles en materia de salud avícola.

Por lo que se refiere al control de las enfermedades avícolas, el problema más frecuente en los centros de producción de muchos países es que se confía excesivamente en las vacunas, en lugar de invertir para instaurar un programa de bioseguridad eficaz en la explotación. La forma principal de enfocar el problema de la salud de las aves de corral en un centro de producción deberá tratar de EXCLUIR las enfermedades, en vez de permitir que los agentes patógenos aviares se introduzcan con relativa facilidad e intentar después reducir sus efectos mediante la protección inmunológica, es decir, la vacunación.

Las condiciones de vida en las granjas avícolas son excepcionalmente estresantes para los animales, y los huevos convencionales vienen de gallinas de criadas en estas condiciones. Cuando el estrés es alto, el sistema inmunológico del animal se ve afectado, así como su capacidad de asimilar los nutrientes, por lo que estos animales se debilitan y enferman con más facilidad. Asimismo, para la desinfección eficaz de los altos niveles de contaminación que suele haber en el agua de estos lugares, se suelen utilizar grandes cantidades de cloro, agente químico tóxico que puede afectar a la salud y el bienestar de los animales.

Por otra parte, como decíamos, los patógenos aviares responsables de las principales enfermedades en las granjas, que comprenden bacterias causantes de enfermedades, virus y parásitos protozoarios, son muy transmisibles, estando normalmente presentes en el aire respirable del recinto, y son resistentes a la inactivación por temperatura o rayos de sol.

El ozono, aplicado en aire y en el agua de uso general, consigue erradicar los microorganismos presentes en la granja, resultando pues un arma eficaz para conseguir y mantener la desinfección necesaria para excluir las enfermedades.

### 3. Qué es el Ozono. Equipos industriales

El ozono es un potente desinfectante utilizado desde hace décadas en muy diversos campos, tanto en agua como en aire.

Las aves de corral, como decíamos, son especialmente sensible al contagio por parte de una serie de virus y bacterias patógenas causantes de enfermedades de diversa gravedad (leucosis, bursitis infecciosa, micoplasmosis aviar, etc.); Asimismo, debido al estrés y los procesos naturales de producción de huevos, estos suelen presentar contaminación superficial por parte de entéricos como *Salmonella*, *Escherichia coli enteropatógeno* o *Staphylococcus aureus*.

La **eficacia del ozono** como biocida está de sobra probada, eliminando o impidiendo la multiplicación de microorganismos patógenos que habitualmente contaminan las instalaciones, por lo que su uso en la conservación de alimentos se viene recomendando, y está regulado, hace ya tiempo en Europa y Estados Unidos, tanto en agua como en aire, a temperatura ambiente y en cámaras frigoríficas.

#### 3.1. Ficha descriptiva del ozono

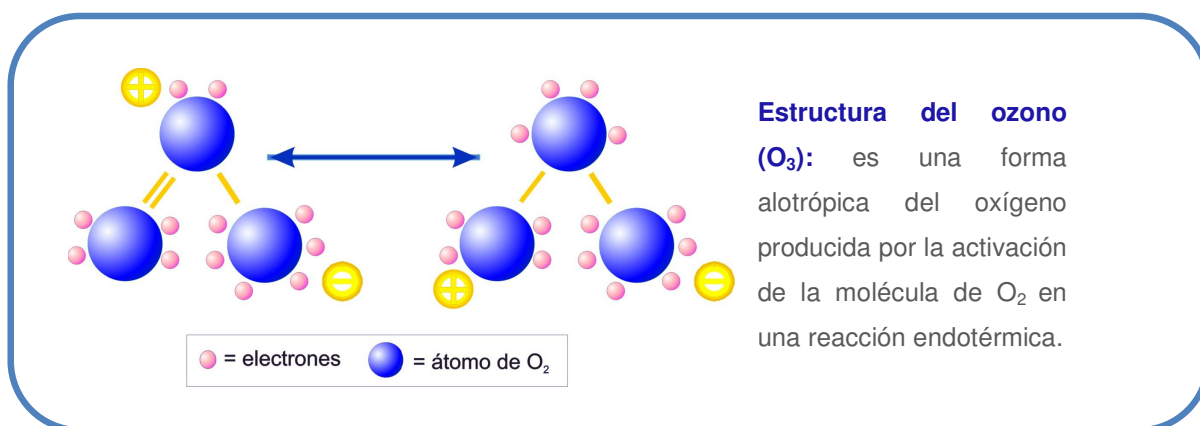
| Identificación                                 |                                  |
|--|----------------------------------|
| Nombre químico                                 | ozono                            |
| Masa molecular relativa                        | 48 g/L                           |
| Volumen 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<br>Sólido -192°C  |
| Equivalencia                                   | 1 ppm = 2 mg/m <sup>3</sup>      |

### 3.2. Caracterización

El ozono es un compuesto formado por tres átomos 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.

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  $-112^{\circ}\text{C}$  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 angular, con una longitud de enlace oxígeno-oxígeno de  $1,28 \text{ \AA}$ ; se puede representar de la siguiente manera:



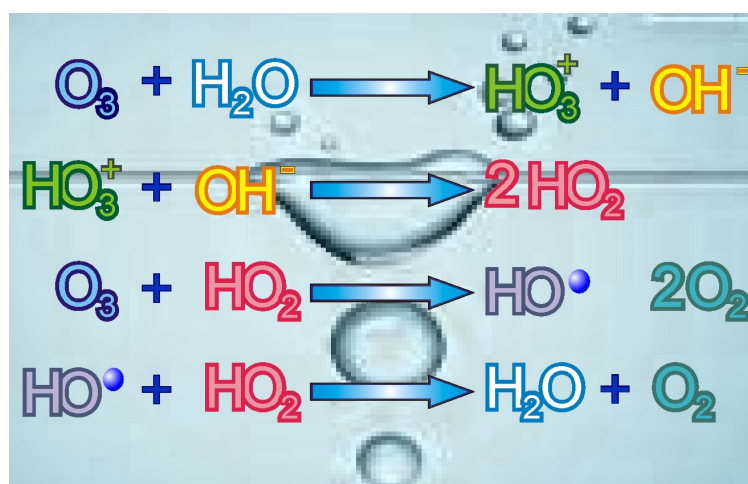
Debido a la inestabilidad del compuesto, en este tipo de aplicaciones, éste debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan una corriente de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado,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

### 3.3. Mecanismo de acción

Cuando este gas es inyectado en el **agua**, puede ejercer su poder oxidante mediante dos mecanismos de acción:

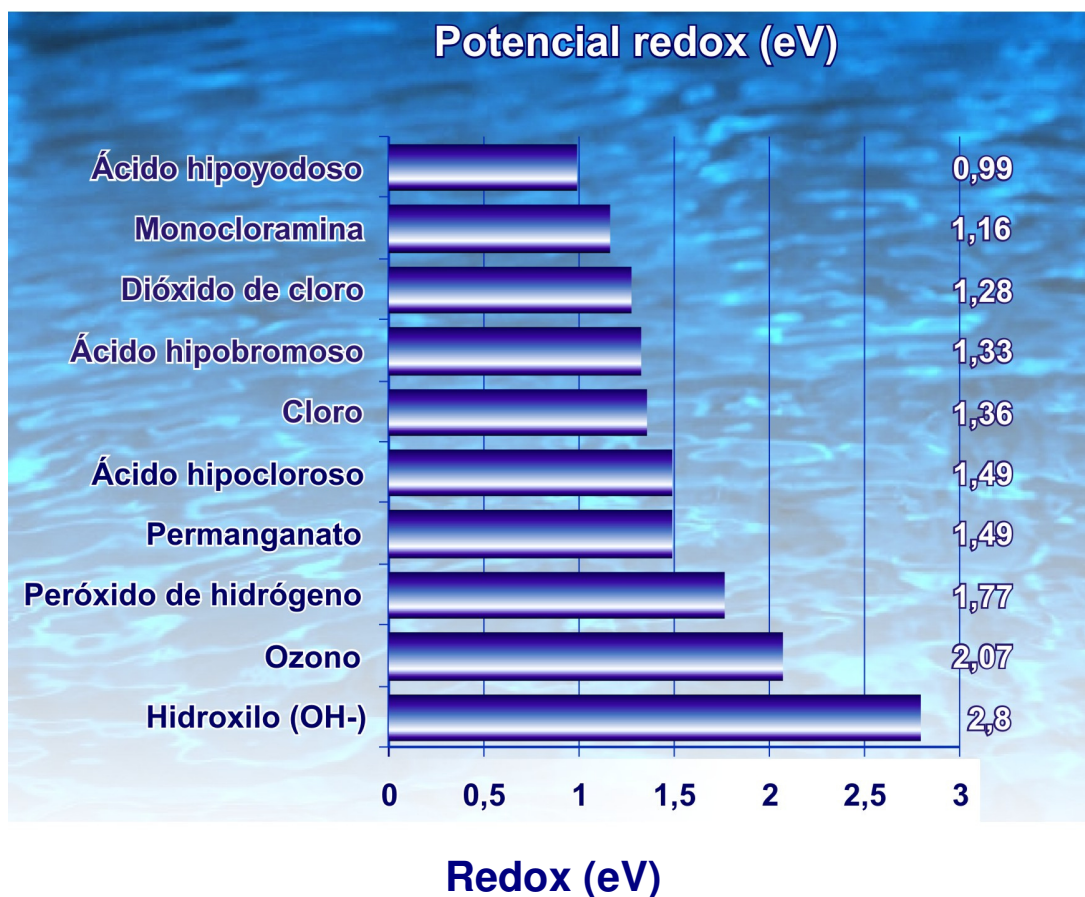
1. Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
2. Oxidación por radicales libres hidroxilo.

Los radicales libres hidroxilo, ( $\text{OH}^\cdot$ ), 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:



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).



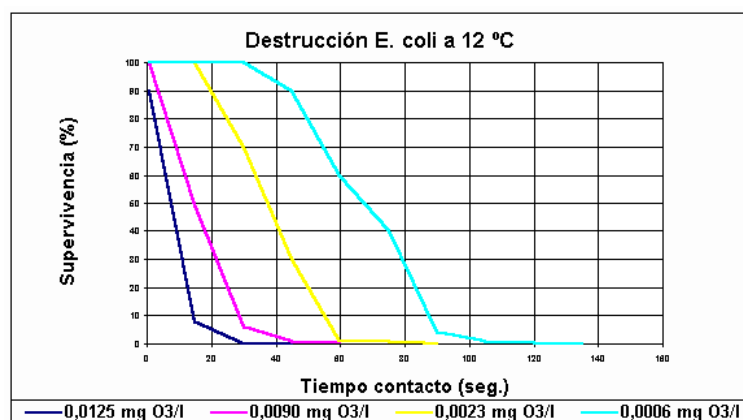
### 3.4. Potabilización de agua

El agua de uso general, tanto para consumo de los animales como para las tareas diarias de limpieza, debe estar perfectamente desinfectada, además de no presentar restos químicos perjudiciales para la salud de los animales.

A fin de asegurar una correcta higienización del agua, resulta imprescindible controlar la concentración de agente bactericida o **potencial redox** del agua, garantía de la calidad total. Es de vital importancia que el biocida utilizado no deje residuos tóxicos, así como su perfecta mezcla en el líquido.

Un **alto potencial redox** en agua, garantiza su **pureza**, al constituir éste un valor que determina el nivel de eficacia de ese agua en la eliminación de los microorganismos presentes en ella. También se debe al alto nivel de potencial redox la escasa presencia de materia orgánica que, de esta manera, no puede servir de sustrato a los microbios.

Por lo tanto, un aspecto importante del **potencial redox** es su interrelación con el concepto de



**esterilización**, habiéndose

establecido el efecto esterilizante a

**750 mV**. Así, el potencial redox es

un indicador del grado de

contaminación de un agua y del

poder germicida de la misma. Un

potencial redox de 200 mV, indica

que toda la gama de gérmenes

posibles está presente en dicho

agua. Sin embargo, simplemente

pasando de 200 a 300 mV, los gérmenes se reducen del 90% al 10%. Si se aumenta el potencial a 400 mV, únicamente el 1% de los gérmenes originales estará presente.

Las redes urbanas de agua potable trabajan, por ley, con valores superiores a 700 mV.

**El ozono, como agente oxidante, constituye uno de los más eficaces desinfectantes, al ser su potencial de oxidación de 2.070 mV frente a los 1.360 mV del cloro.**

### 3.5. 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 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 monocloramias.

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).

### 3.6. El Ozono como biocida seguro

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

- Ser efectivo frente a un amplio rango de microorganismos.
- Tener un alto poder desinfectante, por lo que destruye los microorganismos del agua, del aire y de la superficie del producto.
- Descomponerse fácilmente sin dejar sustancias peligrosas que puedan perjudicar la salud y el medio.
- Actuar rápidamente y ser efectivo a bajas concentraciones en un amplio rango de pH.
- No causar deterioro de materiales.
- Tener un bajo coste, ser seguro y fácil de transportar, manejar y aplicar.
- Eliminación de contaminación química.
- Único sistema de desinfección en continuo.
- Mejora la salud de los animales al permitir eliminar el exceso de cloro en el agua.
- Rebaja el estrés de los animales al propiciar un ambiente limpio y libre de olores.
- Único biocida cuyo empleo no está prohibido en presencia de personas y alimentos.

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 forma en los conductos de aire y agua, y que se presenta como un reservorio de patógenos a eliminar si se quiere prevenir una constante re-contaminación de las instalaciones

## 4. Ventajas y utilidades

A la hora de asesorar sobre un tratamiento de descontaminación de aire y/o agua, se deben considerar los siguientes aspectos sobre el biocida a utilizar: amplia eficacia, cambios en la microflora, potencial para la introducción de otros elementos peligrosos, potencial de peligrosidad para los animales y trabajadores, impacto sobre el medio ambiente, efectos sobre las propiedades y calidad de los productos y percepción por parte del consumidor del biocida.

Además de las ventajas que a lo largo del presente informe se han expuesto, y que responden a algunos de esos aspectos a considerar, queremos remarcar las que les pueden resultar a ustedes especialmente interesantes:

- **El O<sub>3</sub> es el biocida ideal para ser utilizado dentro de un programa APPCC**

Tanto en la descontaminación de agua como de utensilios y maquinarias. Con un adecuado diseño del tratamiento se puede evitar el deterioro y contaminación del recinto por parte de microorganismos, así como proteger contra cualquier foco de infección todos tanto a los animales como los productos que se manipulen, almacenen, y transporten en las instalaciones tratadas, lo que redundaría en una mayor seguridad de los mismos. De esta manera se llegaría asimismo a la reducción de los costes ocasionados por la pérdida de animales, disminución de puestas o productos contaminados.

- **Su uso está autorizado en presencia de personas y alimentos**

Así como en aire de cámaras frigoríficas (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*; Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero, *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*; FDA -Administración Americana de Alimentos y Medicamentos-). Asimismo el ozono está incluido en la Directiva 98/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de febrero de 1998, *relativa a la comercialización de biocidas*.



Ofrece, de esta manera, la posibilidad de desinfectar agua y las superficies lavadas con esta agua, así como el aire respirable del recinto donde están los animales.

Además, con la instalación de un sistema eficaz de desinfección y desodorización de aire como el que Cosemar Ozono ofrece, se garantiza la existencia de un ambiente libre de microorganismos entre los que puede haber agentes patógenos de diversa naturaleza capaces de recontaminar el recinto.

- **Prolonga la vida media de los productos en cámaras y almacenes**

La aplicación del ozono en cámaras y almacenes, además de ayudar a garantizar la seguridad de los productos, constituye una importante **ventaja económica** al conseguir prolongar la vida media de estos: el ozono actúa en su superficie eliminando o impidiendo la multiplicación de los microorganismos responsables de la contaminación.

- **Desodorización absoluta**

Además de los problemas más importantes, en el aspecto sanitario, de contaminación y salud de los animales, otro de los grandes inconvenientes que se plantea en el mercado de la alimentación es el de los olores.

El ozono no camufla el olor, lo destruye.

Pues bien, el ozono actúa sobre los agentes productores de olores, moléculas químicas con dobles enlaces, rompiendo su estructura por oxidación, con lo que se evita la indeseable mezcla de olores de procedencia diferente.

Además, la ozonización continua de los almacenes o cuartos frigoríficos puede ser efectuada en combinación con el sistema de enfriamiento central del aire, mediante la aplicación conjunta de unidades de enfriamiento separadas para cada área de almacenamiento, y generadores de ozono independientes del sistema.

**La acción desodorizante del ozono** no es debida a un simple efecto de camuflaje del olor, sino que se trata de una verdadera **destrucción química** de éste, al descomponerse las moléculas que lo provocan.

El ozono se revela también como oxidante de otros productos químicos muy tóxicos, como es el caso del monóxido de carbono (CO), que convierte en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no perjudicial para la salud, o el de los plaguicidas utilizados para controlar la aparición de insectos o roedores.

El ozono, en suma, por su gran poder oxidante, destruye toda clase de olores desagradables, teniendo su mayor acción frente a los olores de procedencia orgánica.

- **Sin residuos y con plazos de seguridad cortos**

El ozono se descompone sin dejar rastro en el aire o el agua de elementos que puedan ser perjudiciales para la salud o el medio, además de no ceder ningún sabor al agua.

Por otra parte, al ser su vida media tan corta por su alta reactividad, los plazos de seguridad para su aplicación sólo son necesarios en el caso de tratamientos de aire con altas concentraciones del gas (tratamientos de choque), siendo del orden de media hora.

- **No afecta las características organolépticas de los alimentos**

El ozono no altera las características organolépticas de los alimentos tratados con él, ya que actúa únicamente en superficie. Hay varios estudios llevados a cabo por Universidades españolas, en los que se ha demostrado que su uso no afecta a las características organolépticas de los alimentos.

## 5. Propuestas de actuación

El caso que nos ocupa afecta a la calidad de vida y la salud de los animales de una empresa que, evidentemente, no debe permitirse descuidar detalles tan relevantes como la seguridad y excelencia de sus productos, cuestión que puede comportar pérdidas de animales y género, con las consiguientes consecuencias económicas y de logística que implica el más mínimo fallo en la calidad de sus instalaciones.

Tras el análisis y diagnóstico para diseñar la instalación que mejor se adapte a sus necesidades, esta es nuestra propuesta, junto con algunas recomendaciones:

## 5.1.-Agua de uso general de la planta

Llevar a cabo una limpieza y desinfección rigurosos de los depósitos y la red de distribución de agua.

Efectuar un tratamiento de desinfección adecuado para conseguir una calidad del agua elevada, tanto desde el punto de vista físico-químico como microbiológico (tolerancia cero).

A tal fin, realizar una instalación de tratamiento del depósito de agua de uso general, de manera que se asegure la eliminación total de microorganismos que el agua pueda llevar, así como un potencial redox suficiente para dotar al agua de la capacidad desinfectante necesaria para el lavado de las instalaciones y su consumo por parte de los animales.

## 5.2. Tratamiento de aire en continuo

Ozonización del aire ambiente, realizando un tratamiento en continuo a lo largo del día y tratamiento de choque durante la noche mediante inyectores, de manera que se cubra por completo el perímetro de las instalaciones, sobre todo en los puntos donde las condiciones de humedad y temperatura favorecen la aparición de una alta carga de microorganismos, que hace insoslayable la contaminación del aire interior sin una correcta desinfección de este.

Sobre todo en las salas de ponedoras se genera una importante contaminación en el aire ambiental mediante un mecanismo de contaminación cruzada que, con origen en las gallinas (heces), se traslada y difunde por todo el perímetro de la sala. Además existe un nivel de amoniaco entérico que perjudica y aumenta los niveles de toxicidad del habitáculo.

Esta colonización del aire por parte de diversos gérmenes (virus, bacterias y hongos, así como sus esporas) provoca fenómenos de contaminación cruzada que afectan a las superficies de las distintas dependencias, a las que se adhieren los microorganismos para su posterior proliferación. Se conseguirá así la exclusión de las enfermedades, objetivo primordial para preservar la salud de las aves como decíamos, si por un fallo en la seguridad los agentes patógenos aviares se han introducido en la planta.

**Mediante el sistema de desinfección en continuo actuamos eficazmente sobre las superficies contaminadas, impidiendo o dificultando la acumulación de microorganismos.**

Esta actuación implica asimismo la desinfección del aire proveniente de los sistemas de climatización, focos frecuentes de contaminación microbiológica.

### 5.3. Control microbiológico periódico

A fin de comprobar la eficacia del tratamiento, así como la calidad del aire interior, se recomienda llevar a cabo controles microbiológicos. El aire es un reservorio importante de microorganismos, un vector que los transporta, procedentes del exterior o de la actividad desarrollada en el local, por lo que la instauración de un control microbiológico del aire constituye una herramienta de supervisión imprescindible para la prevención de riesgos de bio-contaminación.



**Cosemar Ozono** ofrece el **control microbiológico periódico** como **parte integral de su sistema**, tanto para brindar un servicio más completo, como con el fin de llevar a cabo un control interno del correcto funcionamiento y la eficacia de nuestro tratamiento, procediéndose a aplicar las correcciones oportunas en caso de reflejar los resultados de las analíticas alguna inconformidad en la calidad del aire respirable en cuanto a su carga microbiológica.

### 5.4. Almacenamiento. Cámaras frigoríficas

Al poder ser aplicado en aire, proporciona una atmósfera en la que los microorganismos contaminantes, tanto de superficie como suspendidos en el aire, son eliminados. Por otra parte, la descomposición rápida del ozono, debido a la elevada humedad relativa, permite que en cámaras de almacenamiento donde sean necesarias altas concentraciones de este elemento, el personal pueda trabajar sin peligro alguno inmediatamente después de haber cesado la producción de  $O_3$ .



## 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 2000), 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.