

# TRATAMIENTOS CON OZONO



**AGRICULTURA**

Para las huertas de hoy

# Índice

<b>1. SISTEMA PROPUESTO</b>	<b>3</b>
<b>2. QUÉ ES EL OZONO. EQUIPOS INDUSTRIALES</b>	<b>4</b>
Ficha descriptiva .....	4
Caracterización .....	5
Mecanismo de acción .....	6
Espectro de acción .....	8
El ozono como biocida seguro .....	9
<b>3. INCONVENIENTES DE LA ELECTRÓLISIS SALINA</b>	<b>10</b>
<b>4. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN</b>	<b>14</b>

# 1. Sistema propuesto

Numerosas son las razones que aconsejan la implantación de un sistema de bioseguridad en centros de tratamiento de semillas a fin de evitar la propagación de **microorganismos** en el producto, sobre todo hongos de superficie. Las graves pérdidas originadas en caso contrario, aconsejan la **adopción de medidas preventivas** y de mantenimiento, así como una adecuada prescripción del biocida idóneo: no cualquier desinfectante desinfecta en cualquier condición y contra todo.

Se propone, a tal fin, un método de limpieza y desinfección mediante sistema físico-químico con aporte de ozono en las fases de lavado de semillas, bandejas y mantenimiento de instalaciones.

La tecnología del **ozono**, poderoso desinfectante apto para uso alimentario, **resuelve** eficazmente los problemas de contaminación microbiológica y química en los puntos problemáticos.

El equipo de **Cosemar Ozono** lleva años dedicado al diseño, ejecución y supervisión de soluciones industriales, con el fin de obtener un producto final de calidad óptima. De hecho, colaboramos habitualmente con la **Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad Politécnica de Madrid**, en cuyas instalaciones se ha realizado el año pasado un estudio sobre la desinfección de semillas de cereales mediante distintos tratamientos a base de ozono.



## 2. 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.

Los productos vegetales, como las semillas, son especialmente sensibles al ataque fúngico.

La **eficacia del ozono** como biocida está de sobra probada, eliminando o impidiendo la multiplicación de los microorganismos responsables de la putrefacción que, habitualmente, descomponen los alimentos, por lo que su uso en el lavado y la conservación de alimentos se viene recomendando, y está regulado, hace ya tiempo en Estados Unidos y Europa, tanto a temperatura ambiente como en cámaras frigoríficas.

### Ficha descriptiva del ozono

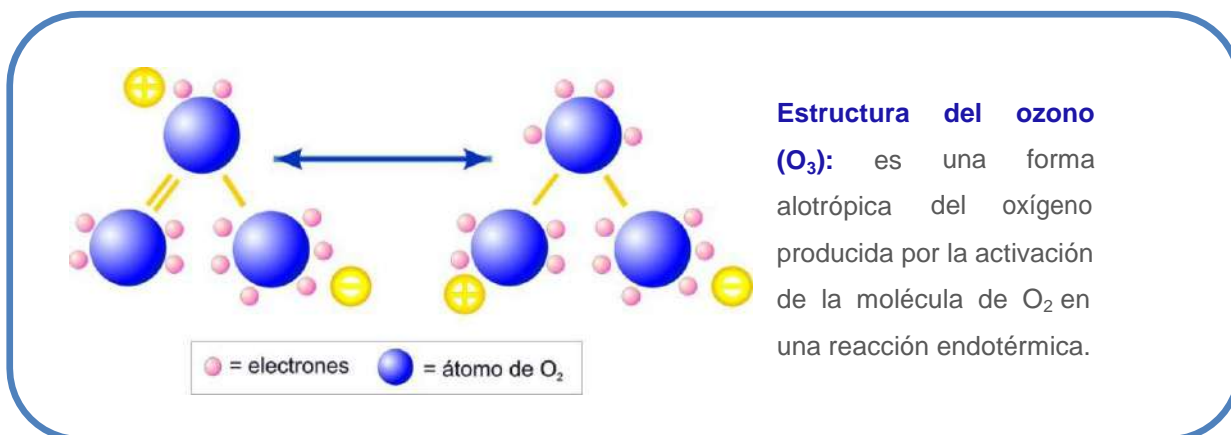
Identificación	
Nombre químico	ozono
Masa molecular relativa	48 g/L
Volumen molar	22,4 m <sup>3</sup> PTN/Kmol
Fórmula empírica	O <sub>3</sub>
Número de registro CAS	10028-15-6
Referencia EINECS	233-069-2
Densidad (gas)	2,144 g/L a 0°C
Densidad (líquido)	1,574 g/cm <sup>3</sup> a - 183°C
Temperatura 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 explosionar fácilmente	Líquido -112°C Sólido -192°C
Equivalencia	1 ppm = 2 mg/m <sup>3</sup>

## 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:



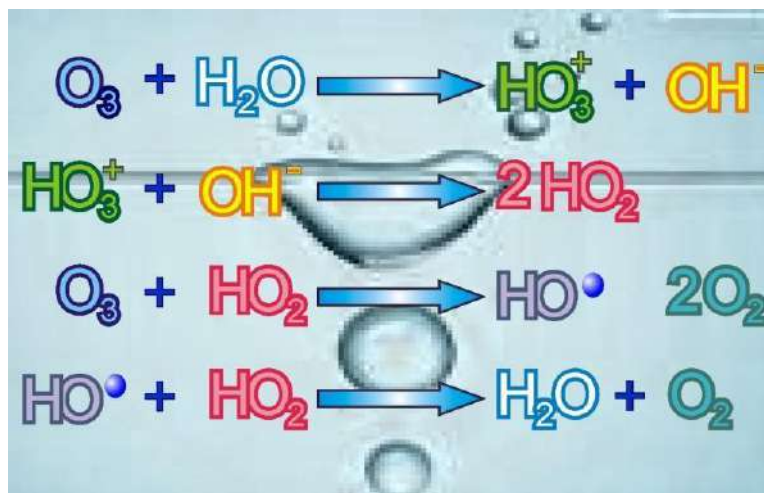
Debido a la inestabilidad del compuesto, en este tipo de aplicaciones, éste debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan una corriente de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado,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

## Mecanismo de acción

Este gas 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.

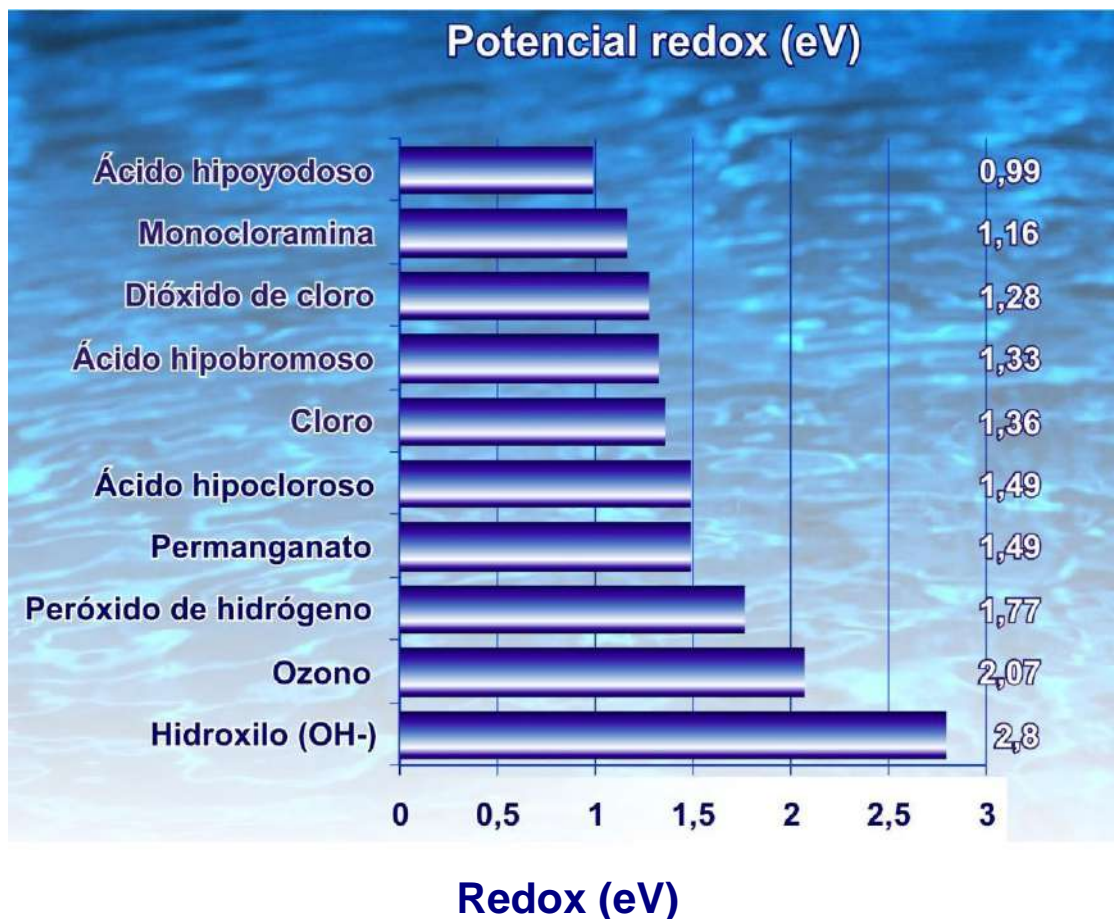
Los radicales libres hidroxilo, ( $\text{OH}^\bullet$ ), se generan como a continuación se expone:



Los radicales libres así generados, constituyen uno de los más potentes oxidantes, 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 desinfección, 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).

## 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 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).



## 2.5. 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 en agua y aire
- Descomponerse fácilmente sin dejar sustancias peligrosas que puedan perjudicar la salud y el medio.
- No penetrar a través de los tejidos, por lo que no altera la semilla.
- 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 manejar y aplicar.
- Eliminación en lavado de vegetales de contaminación química por plaguicidas.
- Único sistema de desinfección en continuo.
- Alarga la vida útil de los productos al eliminar los microorganismos responsables de la putrefacción.
- 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

### 3. Inconvenientes de la electrólisis salina

La cloración salina es un método de desinfección por el cual el desinfectante se genera directamente a partir del agua a tratar mediante un proceso de electrólisis. Esta técnica evita el uso de productos químicos y está especialmente adaptada al tratamiento de las piscinas.

Al generar un proceso electrolítico en agua salada los iones cloruro provenientes de las sales disueltas son oxidados en la superficie del ánodo y se combinan **para formar cloro gaseoso** que es inmediatamente disuelto en el agua. Este proceso proporciona así una fuente de cloro puro a partir de las sales del agua. Tras su generación, el cloro desencadena el proceso de desinfección bajo distintas formas (ácido hipocloroso, ión hipoclorito, etc.)

Así pues, **la electrólisis es básicamente una desinfección con cloro**. Si bien es cierto que las concentraciones resultantes de la electrólisis son menores que en los tratamientos convencionales, el uso de cloro en desinfección presenta graves desventajas, no sólo en lo que al medio concierne, sino también en lo que respecta a cuestiones de salud pública. Así, si el

agua a desinfectar con cloro o sus derivados contiene materias orgánicas o contaminantes químicos, se pueden originar compuestos tóxicos:

Subproductos de los tratamientos con cloro si en las aguas hay:	
Nitrógeno orgánico Amoníaco libre	<b>CLORAMINAS</b> Olores. Posibles agentes cancerígenos
Pequeñas cantidades de Fenoles	<b>CLOROFENOLES</b> Olores y sabores medicamentosos
Determinada Materia orgánica	<b>PCB's</b> (Bifenilos policlorados) Probado carácter cancerígeno
Trihalometanos (THM)	Potencialmente cancerígenos

**Las cloraminas** comunican al agua olores y están consideradas como posibles agentes cancerígenos.

**Los clorofenoles** confieren al agua olores y sabores medicamentosos.

**Los trihalometanos (THM)** empiezan a alcanzar niveles preocupantes en el agua de consumo y cada vez parece más plausible que posean efectos cancerígenos, al igual que los PCBs, de probado carácter cancerígeno.

**Lo más seguro para la consecución de una desinfección óptima sin subproductos tóxicos es, pues, el tratamiento con ozono**, reconocido como desinfectante incluso en la potabilización de agua en los países más avanzados y comprometidos con el medio, entre ellos el nuestro, estando recogido su uso por el Ministerio de Sanidad y Consumo.

La base de la acción bactericida de cualquier agente suele ser la oxidación de componentes fundamentales para la supervivencia de los microorganismos. La capacidad de oxidar con mayor o menor facilidad dichas estructuras marca la diferencia, en cuanto a eficacia, de los distintos compuestos utilizados normalmente en la desinfección. Como hemos visto, el ozono es, dentro de los compuestos normalmente utilizados en desinfección, el que presenta una mayor capacidad oxidante, lo que quiere decir mayor eficiencia biocida.

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