



CosemarOzono



Soluciones con ozono
en la industria
vitivinícola

ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN	2
2- ANISOLES	3
3- <i>BRETTANOMYCES</i>	4
4- PUNTOS DE APLICACIÓN DEL OZONO	5
4.1.- LAVADO DE UVA	5
4.2.- CORCHO	5
4.4.- BODEGAS.....	6
5- QUÉ ES EL OZONO	7
5.1.- NATURALEZA DEL OZONO	7
5.2.- MECANISMO DE ACCIÓN	8
5.2.- DESINFECCIÓN	9
5.4.- OXIDACIÓN DE COMPUESTOS QUÍMICOS.....	10
6- TOXICOLOGÍA	11
7- NORMATIVA	12
8- INICIATIVAS EN I+D	13
9- PUBLICACIONES	15

1 INTRODUCCIÓN

La industria vitivinícola constituye un sector muy importante no sólo dentro de España, sino en toda la Unión Europea, que ocupa un lugar preponderante en el mercado vinícola mundial: representa el 45% de la superficie vitícola del planeta, el 65% de la producción, el 57% del consumo y el 70% de las exportaciones.



Dentro de este sector se ha hecho patente una grave preocupación por las contaminaciones producidas por factores exógenos a la elaboración de los vinos propiamente dicha y que dificultan la percepción óptima de los mismos, afectando a su comercialización. Algunos expertos estiman que el problema puede afectar al

Estas contaminaciones provocan en los caldos olores y sabores indeseables (“olor a moho”, “olor a ratón” y hasta aromas a “medicina” o incluso a “orín de caballo”) que pueden dar al traste con todo el esfuerzo de los bodegueros.

Hay dos factores de distinto origen que dan lugar a estas contaminaciones: uno químico, debido a los llamados “**anisoles**” y otro microbiológico, constituido por levaduras del género **Brettanomyces**.

En ambos casos la implantación de un buen sistema de limpieza y desinfección eliminando el uso de cualquier producto a base de cloro puede limitar al máximo los riesgos de aparición de estos problemas, resultando una opción inmejorable el uso de **ozono** en las tareas de lavado y desinfección de equipos e instalaciones, así como en el aire del interior de las bodegas, ya que por su potente acción oxidante es capaz no sólo de destruir todo tipo de microorganismos, sino también compuestos químicos aromáticos (como los anisoles) que degrada a moléculas inofensivas.



2 ANISOLES

El olor a moho o humedad (muchas veces descrito erróneamente como olor a corcho) es uno de los defectos más frecuente y desagradable en vinos. Varias moléculas han sido identificadas como responsables de este olor. Entre ellas se puede mencionar al 2,4,6 Tricloroanisol (TCA), encontrado en la mayoría de los vinos catalogados con olor a moho.

Sin embargo el término *olor a corcho* es frecuentemente inapropiado ya que a pesar de que los corchos obtenidos a partir de la corteza del alcornoque, pueden liberar TCA si la calidad del proceso de manufactura no es satisfactorio, existen otras fuentes de contaminación; por ejemplo el Pentacloroanisol (PCA) y el 2,3,4,6 Tetracloroanisol (TeCa), también responsables de estos olores, son producidos por degradación de ciertos plaguicidas que contienen 2,3,4,6 Tetraclorofenol (TeCP) o Pentaclorofenol (PCP) con TeCP como impureza. Estos compuestos pueden contaminar vinos que NO han estado en contacto con los corchos. De hecho cada vez es más evidente que un porcentaje elevado de los vinos contaminados lo han sido en la misma bodega.



Los anisoles derivan de la O-metilación de plaguicidas halofenólicos, que son ALTAMENTE TOXICOS, como parte de una reacción normal de detoxificación del ambiente mediada por diferentes especies de microorganismos. Los hongos filamentosos son considerados responsables de la aparición de los anisoles, aunque parece no existir una correlación entre el crecimiento de alguna cepa en particular y la aparición de los mismos.

EL origen de los haloanisoles está, pues, ligado a la presencia en las bodegas de compuestos clorados como plaguicidas, lejías, agua clorada o desinfectantes de madera, que son metabolizados por hongos filamentosos (sobre todo del género *Aspergillus* y *Penicillium*).

Se trata de compuestos capaces de arruinar las propiedades organolépticas naturales de cualquier vino; tienen un umbral de percepción olfativa muy bajo y generalmente son muy volátiles, capaces de transmitirse a través del aire y con una gran facilidad para adherirse y contaminar madera, corcho, y otros materiales (polímeros plásticos, siliconas, cartón y papel, gomas, resinas, etc.)

Para erradicar este problema enológico se requiere la adopción como estrategia de un estricto control ambiental y de los materiales utilizados en la bodega para eliminar potenciales fuentes de contaminación.



BRETTANOMYCES

Brettanomyces (también conocida como “brett”) se considera una levadura de contaminación que infecta los mostos y vinos en el curso de operaciones pre y post-fermentativas. Se trata de un género de levaduras incluido en los Ascomicetes, uno de los cuatro filos en los que se clasifican los hongos. Este tipo de levadura forma un género con más de cuatro especies. De éstas, fundamentalmente es *Brettanomyces bruxellensis* (y su forma esporulada, *Dekkera*) la que interesa desde el punto de vista enológico.

Las secuelas que este hongo puede dejar en aquellos caldos en los que se desarrolla van desde el “olor a ratón” hasta aromas medicamentosos o incluso a “orín de caballo”. Esta levadura es capaz de producir al menos diez compuestos aromáticos que llevan a la destrucción de los caracteres afrutados de los vinos. Los tipos de vino contaminados son múltiples: blanco, tinto, dulces..., siendo su presencia típicamente asociada a los vinos en curso de añejamiento en barrica.

Desde un punto de vista gustativo, parece que los defectos debidos a *Brettanomyces* aparecen primero a la nariz pero no son desagradables para el degustador. Por el contrario, a partir de la fase estacionaria y de declinación, los defectos olfativos son predominantes y aparecen en boca. En este estado las sensaciones son muy desagradables.

La relación del 'brett' con el vino comienza en la vid. Se ha hallado en el hollejo de la uva de todo tipo de cepas de *Vitis vinifera* y en casi todas aquellas regiones donde se ha estudiado con las técnicas apropiadas, aunque no ocasiona ninguna enfermedad al fruto ni a la planta. En la época de la vendimia la levadura llega al lagar adherida a la uva, por lo que es la propia materia prima la que introduce la contaminación. Además, la mosca de la fruta, que es muy abundante en esta época, se encarga de llevarla a todos los rincones de la bodega. Igualmente, si las condiciones de desinfección de instrumentos e instalaciones de la bodega no han sido apropiadas, pueden existir esporas de una campaña a otra.



En los medios que presenten azúcares fermentables (como el mosto) el metabolismo del “brett” se dirigirá a producir etanol y posteriormente grandes cantidades de ácido acético. Tiene capacidad filmógena, lo que significa que puede formar velo en la superficie del medio para realizar un metabolismo aerobio.

Un seguimiento regular de todos los vinos y una detección precoz del contaminante antes de la fase estacionaria son importantes, pudiendo salvar un vino destinado a la destrucción de sus cualidades aromáticas. La descontaminación ambiental de las instalaciones con ozono, y la desinfección de agua y barricas con éste garantiza la ausencia de esta y cualquier otra levadura u hongo en las bodegas.

4 PUNTOS DE APLICACIÓN DEL O₃

4.1.- LAVADO DE UVA

Los clorofenoles han sido ampliamente utilizados durante décadas como plaguicidas y preservantes de la madera; como consecuencia, y debido a su alta persistencia (hasta decenios), han llegado a ser uno de los grupos más importantes y ubicuos de contaminantes, encontrándose prácticamente en todos los ecosistemas.



Asimismo, *Brettanomyces*, como ya hemos señalado, puede abundar en los viñedos, con lo que la levadura llega al lagar adherida a la uva, por lo que es la propia materia prima la que introduce la contaminación.

puede eliminar ambos microorganismos como

Tanto en el caso de la existencia de halofenoles como de *Brettanomyces* en la superficie de las uvas, un lavado de éstas con agua correctamente ozonada puede eliminar ambos problemas al destruir el ozono con facilidad tanto compuestos de naturaleza aromática tal que los halofenoles.

4.3.- CORCHO



Aunque está demostrado que el corcho no es el responsable del olor a moho que deteriora la calidad de los vinos, es un material susceptible de resultar contaminado con facilidad por anisoles durante su procesado, sobre todo durante el blanqueo por tratamiento con cloro, aunque también el ambiente industrial en que se producen los tapones de corcho puede ser el origen de la contaminación de éste.

Por ello, entre las medidas destinadas a la reducción del riesgo de contaminación durante la producción de tapones de corcho se cuenta la del uso de ozono para el control microbiano¹, así como para la desinfección del aire ambiente industrial que evitará, además de la proliferación de mohos y levaduras, la contaminación por TCA vía aérea.

¹ De hecho el ozono está siendo utilizado en la actualidad en distintas corcheras para la desodorización y desinfección de los tapones de corcho.

4.2.- BODEGAS

Como hemos visto, la presencia de anisoles en el vino no siempre debe atribuirse al tapón de corcho (TCA endógeno), sino que a veces ocurren contaminaciones de los tapones de corcho elaborados y exentos de contaminación, ya sea durante su transporte o almacenamiento (TCA exógeno, procedente de los embalajes o del suelo del medio de transporte, o del suelo y del ambiente de la bodega); también los vinos pueden contaminarse sin tener contacto alguno con los tapones de corcho antes de su embotellado o durante el embotellado (depósitos o tuberías mal higienizadas).

Así, se ha informado de casos en los que el cartón de embalaje de los tapones o el suelo del medio de transporte o el lugar de almacenamiento contenían



clorofenoles como resultado del uso de tratamientos a base de cloro para el blanqueo del cartón o la higiene del suelo, así como otros casos de contaminación durante la crianza en barricas mal destartarizadas en las que pueden quedar microorganismos que, si se aporta cloro en las aguas de lavado, podrían sintetizar TCA.

En un informe preventivo en relación al TCA, elaborado y distribuido en el año 2000 por C.R.D.O. "Ribera del Duero", se detallan cuatro puntos de control críticos (PCC) en la

elaboración de tapones y vinos:

- ✚ Maderas (barricas de roble, jaulones, cuñas, cerchas, cubiertas, tarimas y otros ornamentos) tratadas contra el ataque de hongos (pentaclorofenol).
- ✚ La cloración de las aguas (clorofenoles)
- ✚ El corcho, empezando por la corteza del alcornoque (cloroanisol) y su proceso de transformación.
- ✚ El control de humedad en las bodegas y el cuidado en las operaciones de embotellado.

El ozono constituye una provechosa solución del problema de la contaminación de los vinos con olores y sabores extraños, atacándolo a dos niveles:

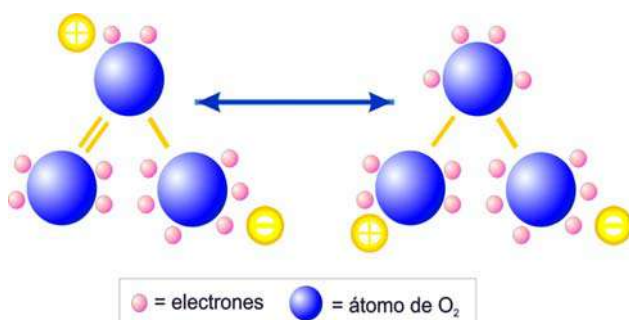
- **Elimina los precursores:**
 - **CLORO**, al sustituirlo en las tareas de limpieza y desinfección.
 - **HALOFENOLES**, que son degradados por el ozono.
- **Elimina los agentes productores:**
 - **Hongos filamentosos** (tanto en su forma vegetativa como sus esporas)
 - **Brettanomyces y Dekkera**,

5 QUÉ ES EL OZONO

5.1.- NATURALEZA DEL OZONO

Desde el punto de vista químico, el ozono es una forma alotrópica del oxígeno, formado por tres moléculas de este elemento, 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.

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



En condiciones normales de presión y temperatura, el ozono es trece veces más soluble en agua que el oxígeno. Es, después del flúor, el compuesto más oxidante, debido a su facilidad para captar electrones. De rápida descomposición y, a igualdad de condiciones, más estable en agua que en aire.

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. 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.

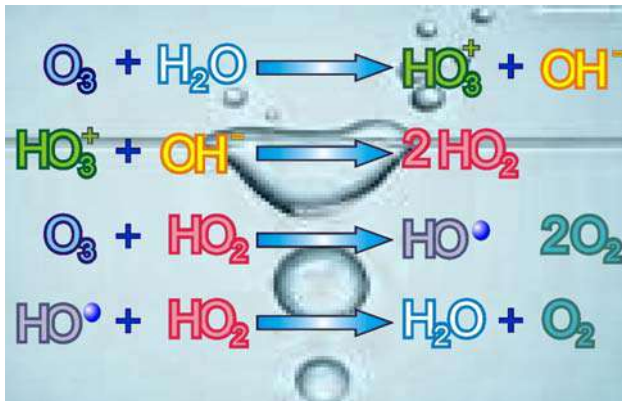
Debido a la inestabilidad del compuesto, éste debe ser producido en el sitio de aplicación mediante unos generadores. El funcionamiento de estos aparatos es sencillo: pasan un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De esta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones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



5.2.- 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.



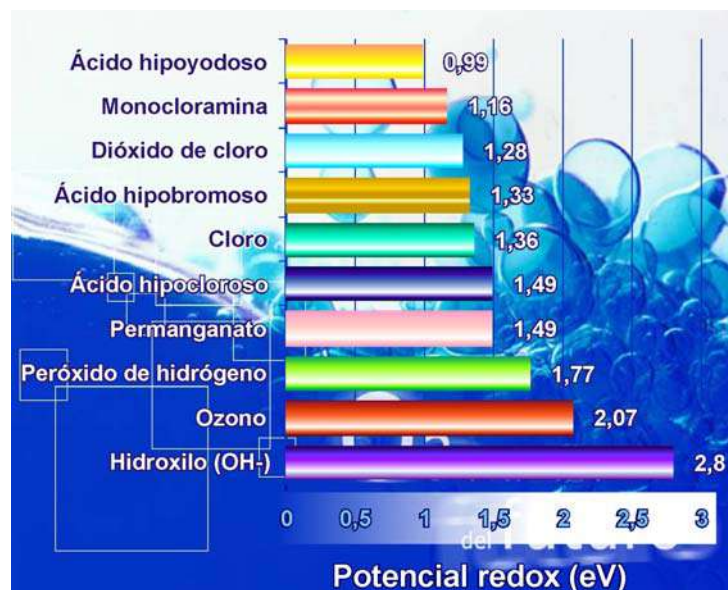
Reacciones de formación de radicales libres OH[•]

Estos radicales libres, generados en el agua por combinación de ésta con las moléculas de ozono, 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 el tratamiento de aguas, los radicales libres de hidroxilo y el ozono tienen el potencial más alto (son los más oxidantes). Ello explica la gran eficacia del ozono como desinfectante, así como su capacidad para oxidar materia orgánica del agua, eliminar olores y sabores desagradables, y degradar compuestos químicos de diversa naturaleza.

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

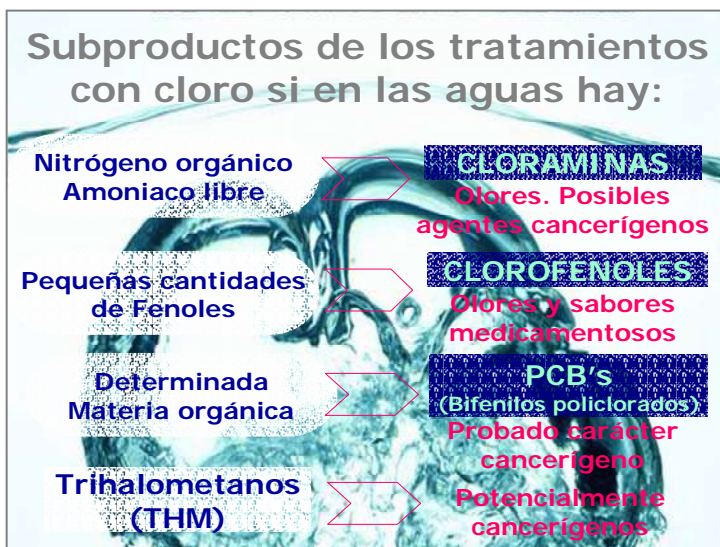
- ✚ En condiciones de bajo pH, predomina la oxidación molecular.
- ✚ Bajo condiciones que favorecen la producción de radicales hidroxilos, como es el caso de un elevado pH, exposición a radiación ultravioleta, o por adición de peróxido de hidrógeno, empieza a dominar la oxidación mediante hidroxilos.



5.3.- DESINFECCIÓN

La desinfección tiene como objetivo la destrucción selectiva de bacterias y virus patógenos

De hecho, el producto de más amplio uso es el cloro, que 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



o sus derivados contiene materias orgánicas o contaminantes químicos, se pueden originar compuestos tóxicos o que dan mal sabor al agua:

Las cloraminas comunican al agua olores y están consideradas como posibles agentes cancerígenos; los clorofenoles confieren al agua olores y sabores medicamentosos; los trihalometanos 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 y, sobre todo, en el caso que nos ocupa, la presencia de cloro combinada con determinadas condiciones y microorganismos presentes en bodegas, es el origen de los temidos anisoles, un peligro real para la calidad de los vinos.

Lo más seguro para la consecución de una desinfección óptima sin subproductos tóxicos, es el tratamiento con ozono, reconocido como desinfectante incluso en la potabilización de aguas 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.²

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 de aguas, el que presenta una mayor capacidad oxidante, lo que quiere decir mayor eficiencia biocida.

² Ver apartados de "Toxicología", pg. 11, y "Normativa", pg. 12

De hecho, la eficacia del ozono como desinfectante está de sobra probada, habiéndose evidenciado que es capaz de destruir esporas de *Bacillus subtilis*, la forma más resistente de los microorganismos.

Microorganismos estudiados frente a los cuales es efectivo el ozono

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

Así, 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.

La oxidación directa de la pared celular constituye su principal modo de acción. Esta oxidación provoca la rotura de dicha pared, propiciando 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 simi-

lar 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.

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).

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. 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.

A pesar de esta definición y de que desde hace varios años este compuesto se viene considerando como **seguro para alimentos** (GRAS: Generally Recognized as Safe), no fue hasta el año 2001 cuando la FDA (Administración Americana de Alimentos y Drogas), lo **incluyó como agente antimicrobiano de uso alimentario**. Esta autorización permite que el ozono pueda ser utilizado en forma gaseosa o líquida en el tratamiento, almacenaje y procesamiento de alimentos, incluyendo carne y pollo.



7 **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.³
- ✚ **Norma española UNE 400-201-94**, recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire.

³ 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.)

- ✚ **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.

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 procesado 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.



9 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.

