



Marcos Arroyo Aguilar
WWW AQUAMARK.ES

TELF: 636226112

C/ Cami de Mao n 132, Ciutadella.

Qué es el coronavirus

La familia **Coronaviridae** pertenece al Orden de los Nidovirales, dentro del Grupo IV (Virus ARN monocatenario positivo). Estos virus tienen genomas grandes de ARN, y por su estructura y forma de replicación, presentan una alta tasa de mutación y recombinación que resulta en la rápida evolución del virus y en la formación de nuevas cepas. Es el caso del virus de Wuhan, (el nombre técnico de la cepa es 2019-nCoV), del que aún no se conoce el origen.

El ozono como desinfectante

El **ozono**, formado por tres átomos de oxígeno, es uno de los más potentes oxidantes que se conocen, por lo que es capaz de **eliminar, no sólo virus, sino también un amplísimo rango de otros microorganismos contaminantes presentes en el aire**, sin olvidar el problema menor que representa la aparición de olores desagradables.

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, 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 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, de especial interés en el caso de desactivación de todo tipo de virus**. 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, nematodos, hongos, agregados celulares, esporas y quistes**. Por otra parte, **actúa a menor concentración y con menor tiempo de contacto** que otros desinfectantes.

De hecho, según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos.[1] En el documento de la OMS al que nos referimos, se detalla que, **con concentraciones de ozono de 0,1-0,2 mg/L.min, se consigue una inactivación del 99% de rotavirus y poliovirus**, entre otros patógenos estudiados, pertenecientes al mismo Grupo IV de los Coronavirus.

No hay que olvidar que, tanto virus como hongos y bacterias, incluidas las cepas resistentes a los antibióticos, por su naturaleza, fuera del hospedador son muy vulnerables, y eliminarlas es relativamente sencillo mediante tratamientos de desinfección con ozono, capaz incluso de eliminar sus esporas.

El ozono es incuestionablemente útil para eliminar, entre otros muchos, incluso el virus del Ébola en aire. Está demostrado que **el ozono es al menos diez veces más potente que el cloro como desinfectante**. Como ya hemos señalado, y según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos. Por lo tanto, el empleo de **ozono, tanto en agua como en aire**, para la desinfección de aire y superficies resulta mucho más recomendable que el uso de otros desinfectantes, aparte de por su eficacia, **por su rápida descomposición, que no deja residuales peligrosos**.

El ozono como viricida

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), *“Los virus encapsulados son susceptibles a una amplia gama de desinfectantes hospitalarios utilizados para la desinfección de superficies duras no porosas. En contraste, los virus desnudos son más resistentes a los desinfectantes.”*[2]

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos tiene un listado de los desinfectantes que especifican en su etiqueta su eficacia contra virus desnudos (por ejemplo, norovirus, rotavirus, adenovirus, virus de la poliomielitis), y que tienen un amplio espectro antiviral ya que son capaces de inactivar tanto virus envueltos como desnudos.



Debido a su naturaleza, el ozono, al no poder ser envasado y comercializado, no está incluido en dicha lista ni podrá estarlo, a pesar de que **su capacidad viricida está de sobra probada siendo**, como se ha señalado, **muy superior a la del cloro**, el desinfectante más utilizado. De hecho, el ozono es utilizado como biocida hace décadas, como así lo demuestran las fechas de los numerosos estudios existentes al respecto.

En la Unión Europea, con la entrada en vigor del Reglamento para Productos Biocidas (BPR, por sus siglas en inglés), se está incluyendo el ozono como biocida para distintos usos, entre otros para la desinfección de superficies en contacto con productos alimenticios.[3]

En la tabla 1 reflejamos los resultados de distintos estudios sobre la capacidad de destrucción del ozono de determinados virus.

Como se puede observar, en esta tabla están incluidos los virus desnudos contemplados por la EPA a la hora de decidir la eficacia desinfectante de un producto: rotavirus, dentro del grupo de los virus entéricos, así como el virus de la poliomielitis, del mismo grupo, en el que están incluidos, asimismo, los coronavirus.

TABLA 1: RESULTADOS DE LA OZONIZACIÓN EN VIRUS

| Medio | Organismo | Ozono (ppm) | Tiempo (segundos) | Supervivencia (%) | Referencia bibliográfica |
|-------|---------------------|-------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| Aire | <i>pX174</i> | 0,04 | 480 | 0,1 | de Mik (1977) |
| | <i>Poliovirus 1</i> | 0,20 | 360 | 1 | Harakeh& Butler (1985) |
| | <i>NDV</i> | 2,00 | 417 | 1 | Pérez-Rey (1995) |
| Agua | <i>Poliovirus 1</i> | 0,21 | 120 | 0,1 | Roy et al. (1982) |
| | <i>Poliovirus 1</i> | 1,50 | 8 | 0,5 | Katzenelson et al. (1979) |



| | | | | |
|------------------------|------|-----|---------|----------------------|
| <i>Fago T2</i> | 1,30 | 70 | 0,003 | Katzenelson (1973) |
| <i>Fago T7</i> | 0,95 | 240 | 0,001 | Lockowitz (1973) |
| <i>Rotavirus SA-11</i> | 0,25 | 10 | 0,001 | Vaughn et al. (1987) |
| <i>Hepatitis A</i> | 1,66 | 5 | 0,00001 | Hall & Sobsey (1993) |

Evidentemente no hay estudios específicos sobre la inactivación de los virus más infecciosos con ozono (como tampoco con otros desinfectantes), debido al riesgo que implicarían dichos estudios, sin mencionar el coste que supondrían.

Se utilizan, a modo de indicadores de la eficacia de un biocida, virus que no implican riesgos, ni para los investigadores ni por un posible accidente. **Los bacteriófagos (como el pX174) han sido ampliamente utilizados como indicadores de poliovirus, enterovirus, virus envueltos y Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH)**, debido a que son seguros y fáciles de manejar.[4]

En un ensayo más reciente (2006) [5], se estudió **una serie de fagos**, (virus usados como indicadores, como hemos señalado) desnudos y envueltos, con los cuatro tipos de material genético posible: de cadena simple (ARN mc, ADN mc) y de cadena doble (ARN bc y ADN bc), a fin de **determinar la capacidad viricida del ozono** en distintas condiciones. Ya que el ozono causa daños principalmente en las proteínas de la cápside, se consideraron asimismo virus con diferentes arquitecturas.

La tabla 2 refleja los resultados obtenidos en este ensayo, con una humedad relativa del 55%:



TABLA 2: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA EFICACIA DEL OZONO EN LA INACTIVACIÓN DE BACTERIÓFAGOS EN AIRE EN 3,8 SEGUNDOS

| Bacteriófago | Material genético | Envoltura | Para 90% de inactivación | Para 99% de inactivación |
|--------------|-------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| MS2 | ARNmc | Desnudo | 3,43 ppm | 6,63 ppm |
| phiX174 | ADNmc | Desnudo | 1,87 ppm | 3,84 ppm |
| Phi 6 | ARNbc | Envuelto | 1,16 ppm | 2,50 ppm |
| T7 | ADNbc | Desnudo | 5,20 ppm | 10,33 ppm |

Puede observarse que en menos de 4 segundos, se consiguen disminuciones del 99% en la carga viral con concentraciones de ozono de 2,5 a 10 ppm.

Asimismo, es de remarcar el efecto que estas concentraciones de ozono en aire tienen en los **virus desnudos** que, como ya se ha indicado, al carecer de envoltura lipídica, suelen ser más resistentes a los desinfectantes. Recordemos que el coronavirus de Wuhan es un virus envuelto y, por tanto, de los menos resistentes.

La mayor concentración de ozono necesaria para la inactivación de los virus MS2 y T7 se explica por la mayor complejidad de su envoltura lipídica (180 y 415 moléculas en la cápside respectivamente, frente a las 60 y 120 de los phi X174 y phi 6).

Dosificación de ozono

El tiempo de tratamiento depende de varios factores a determinar en el diagnóstico inicial, entre ellos el volumen de la habitación, el grado de desinfección deseado, el tiempo disponible para llevarlo a cabo, el nivel de carga biológica contenida en el ambiente, el tipo de patógeno a eliminar, etc. Por ello los generadores de ozono disponen de un



autómata que controla el funcionamiento del equipo, y gracias al cual se puede abarcar cualquier tipo de tratamiento de choque.

Así pues, para una desinfección eficaz de las habitaciones, debe calcularse el volumen de las mismas asumiendo que se debe de alcanzar una concentración de ozono de 1ppm y mantenerla durante, al menos 10 minutos.

La correcta administración del ozono garantiza una alta desinfección del recinto tratado, así como la eliminación de su característico olor, dejando en él un **ambiente seguro**, fresco y agradable.

Asimismo, se puede aumentar la seguridad de las instalaciones purificando el agua de uso general, que puede ser vehículo de infección una vez contaminada.

El agua ozonizada puede emplearse tanto para el lavado de manos de huéspedes y personal, como en las tareas de limpieza de utensilios de cocina y superficies, aportando una desinfección eficaz.

[1] http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S04.pdf

[2] CDC, “Interim Guidance for Environmental Infection Control in Hospitals for Ebola Virus”

[3]PT4 – Food and feed area: Used for the disinfection of equipment, containers, consumption utensils, surfaces or pipework associated with the production, transport, storage or consumption of food or feed (including drinking water) for humans and animals.

[4]Dileo et al. 1993; Lytle et al. 1991; Maillard et al. 1994

[5]Chun-Chieh Tseng &Chih-Shan Li (2006), “Ozone for Inactivation of Aerosolized Bacteriophages”, *Aerosol Science and Technology*, 40:9, 683-689, 2006. DOI: 10.1080/02786820600796590