

INFORME SOBRE UTILIZACIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UVC) PARA DESINFECCIÓN

29/mayo/2020

PARTICIPANTES

- **de Andrés Miguel, Alicia,**
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC).
- **Prieto de Castro, Carlos.**
Vicepresidencia Adjunta de áreas Científico-Técnicas (CSIC)
- **Usera Mena, Fernando.**
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)

Utilización de la Radiación ultravioleta (UVC) para desinfección

Resumen

- El uso de radiación UV en el rango 220-270 nm es muy adecuado para la desinfección de microorganismos y de virus presentes en el aire, y en superficies lisas y sin partículas.
- Se debe prestar especial atención a las sombras producidas por cualquier objeto (incluso microscópico) que evite la llegada de la radiación sobre la superficie a desinfectar.
- La combinación con métodos tradicionales de desinfección es necesaria en zonas de alta contaminación.

El uso de radiación ultravioleta en el rango entre 220 y 280 nm, dentro del llamado UVC, es común para la desinfección microbiana en muchos ámbitos desde hace ya muchos años. Su eficacia radica en que coincide con la región de absorción del ARN y del ADN (alrededor de 260nm) así como la de los lípidos y de algunos amino-ácidos (190 nm y 280 nm).

Existen numerosos estudios sobre la correlación entre dosis y tiempo de irradiación y la reducción de la concentración de distintos virus, bacterias y hongos **in vitro** para distintas longitudes de onda dentro del rango del UVC, así como en los rangos UVB (280-315 nm) y UVA (315-400 nm). Se reportan reducciones de más de 5 órdenes de magnitud (5 Log) de la concentración de estos microorganismos con fluencias típicamente en el rango 1-200 mJ/cm², demostrando que, en el caso de los virus, el UVC es el más adecuado. Para estos estudios se emplean distintas lámparas e incluso radiación sincrotrón. En la figura 1 (arriba) se muestra la banda de absorción del ADN (coincide con la del ARN) y las emisiones de distintas lámparas (222 nm para KrCl, 254 nm para Hg y 280 nm de XeBr) y, en la figura 1 (abajo), la emisión de una lámpara de xenon que presenta varios picos de emisión en el rango de interés. Existen ya lámparas LED con emisiones en el rango 255 a 280 nm aunque por el momento con menor eficiencia que las fluorescentes. Esto es debido a que las fuentes LED están en desarrollo, y hasta la actualidad, las existentes en el mercado emiten una menor intensidad lumínica que las lámparas fluorescentes. ,

Por debajo de 200 nm el aire absorbe de forma significativa la radiación, por lo que se denomina a esta región espectral, 200-10 nm, ultravioleta de vacío, pues sólo se propaga en vacío, resultando de poca aplicación para la desinfección de salas o espacios amplios por esta misma razón. El agua pura presenta una buena transparencia para longitudes de onda superiores a 200 nm, por lo que no altera la eficiencia del proceso y permite su empleo en la desinfección de aguas superficiales. Sin embargo la presencia de partículas en

suspensión y de microorganismos ocultos en las partículas, y la agregación de los microbios o esporas presentes en el agua reducen la eficacia [1]. Esto es conocido porque también ocurre cuando la luz UV se utiliza para reducir la carga microbiológica en una sala (por ejemplo, un quirófano). En realidad, **la eficacia de la sanitización de área mediante luz UV es un proceso que es inseguro si previamente no se hace un estudio de puntos críticos y una desinfección manual sobre dichos puntos**. Todo esto es debido a que la luz UV no es nada penetrante, la UVC se extingue al intentar atravesar unas pocas micras de cualquier material, por lo que todo lo que haga sombra impide su efecto germicida.

Como se ha indicado, hay numerosos estudios publicados de este tipo enfocados a diversos virus y también al SARS-COV [2], pero no así para el SARS-CoV-2.

Aunque hay variaciones en cuanto a dosis y tiempos necesarios para inactivar los distintos virus, la variabilidad es suficientemente moderada como para considerar que la eficiencia para el SARS-CoV-2 no será muy diferente a otros coronavirus.

En el caso de los equipos comerciales, se debería conocer el rango de longitudes de onda de la luz UV emitida y la potencia para poder conocer su eficacia en función de la distancia a la superficie que se pretende desinfectar. Sin embargo, este tipo de datos, en general, no son accesibles.

Un caso particular es el dispositivo propuesto por XENEX [3]; Stibich y Stachowiak (de Xenex Disinfection Services, Texas, USA) presentaron un estudio [4] realizado en CNB-CSIC en el que los virus MERS-CoV, VV y IBDV **en medio líquido** utilizando suero fetal bovino (BSA), el efecto de la radiación UVC indicaba una eficacia reducida en cuanto a la desinfección. Sin embargo, para evitar el efecto de apantallamiento de la radiación se utilizó el Virus de la Estomatitis Vesicular (VSV) **depositado en una superficie seca** (en la cual mantiene su capacidad infectiva durante largos periodos de tiempo). En este caso, la reducción del título viral a partir de 5 minutos de exposición fue completa, demostrando una elevadísima eficacia germicida del dispositivo. Respecto a la escasa eficacia observada sobre virus en solución BSA, en la actualidad se desarrollan experimentos en el CNB-CSIC para tener datos en otros medios líquidos y en breve se dispondrá de resultados extrapolables al entorno urbano.

De hecho, están empezando a aparecer en el mercado distintos equipamientos específicos para el SARS-CoV-2, por ejemplo para aviones [5] (Figura 3) (“Lacking a suitable lab for such a dangerous germ, Dimer UVC hasn’t tested the system on the virus that causes COVID-19. But Kreitenberg expects it will be similarly susceptible to UV-C as influenza and other germs are. The dose can be easily adjusted by slowing GermFalcon’s roll down the aisle. The company has offered GermFalcon’s services free of charge to airlines operating from a handful of U.S. airports.”), o robots para espacios cerrados [6] (“Glowing like light sabres, eight bulbs emit concentrated UV-C ultraviolet light. This destroys bacteria, viruses and other harmful microbes by damaging their DNA and RNA, so they can’t multiply. It’s also hazardous to humans, so we wait outside. The job is done in 10-20 minutes”).

Recientemente, la empresa Xenex (EEUU) ha reportado un estudio de su robot basado en lámparas pulsadas de xenon UVC [7] indicando una reducción de la presencia de SARS-CoV-2 de cuatro ciclos logarítmicos en apenas dos minutos (reivindica ser la primera y única tecnología probada para la desinfección de SARS-CoV-2). La validación ha sido efectuada en los laboratorios del “Texas Biomedical Research Institute” [8]. La empresa CLECE comercializa el robot de desinfección por xenón pulsado LightStrike™ de Xenex [9] y sigue colaborando en su desarrollo con el laboratorio de CNB-CSIC.

Sin embargo, estas pruebas de laboratorio, son difícilmente extrapolables a las situaciones reales por lo indicado anteriormente referente a las sombras que se pueden producir.

No es descartable que exista este tipo de estudios para el SARS-CoV-2 pero que no se publiquen por intereses comerciales hasta la salida al mercado de los equipamientos desarrollados. En CNB-CSIC está planeada la realización de experimentos para la validación de varias propuestas de utilización de distintos rangos de luz UV (rango de 220 nm, UV solar, UVC) para diferentes aplicaciones, como por ejemplo, UVC en la desinfección de las cintas de las escaleras mecánicas y también para la verificación de nuevos equipamientos comerciales (Xenex y robot diseñado por Matachana).

También hay numerosos estudios sobre la eficiencia, en general usando lámparas pulsadas de xenon, para la desinfección germicida de distintas superficies, tanto poyatas y mesas como pequeños objetos, en distintas ubicaciones en los **hospitales**, desde UCIs a salas de cambio (vestuarios), demostrando una importante mejora en la desinfección con repercusión en la reducción de contagios. **En general se considera que éste método no debe sustituir la limpieza con desinfectantes standard sino combinarse con ellos** [10]. En cualquier caso, la combinación de ambos métodos debe realizarse siguiendo un procedimiento adecuado para no dar lugar a una falsa seguridad que resulte contraproducente.

Para resumir, la inactivación de los virus es muy eficiente mediante UVC, sin embargo tiene varios problemas que hay que tener en cuenta:

- La penetración de esta radiación es muy reducida en casi todos los materiales por lo que se realiza una limpieza muy superficial.
- Cualquier partícula, como por ejemplo el polvo, da lugar a sombras que protegerán al virus
 - La rugosidad de las superficies pueden dar lugar a sombras.
 - La banda C de la luz ultravioleta (UVC) es una radiación que el ojo humano no detecta y que, sin embargo, es perjudicial por lo que puede dar lugar a accidentes en caso de mal uso. Durante el proceso de irradiación, no debe estar presente ninguna persona.

Por tanto se puede concluir que el uso de radiación UV en el rango 220-270 nm es muy adecuado para la desinfección de microorganismos y de virus presentes en el aire, y en superficies lisas y sin partículas. Se debe prestar especial atención a las sombras

producidas por cualquier objeto (incluso microscópico) que evite la llegada de la radiación sobre la superficie a desinfectar. La combinación con métodos tradicionales de desinfección es necesaria en zonas de alta contaminación.

Una propuesta en la que el CSIC podría participar:

Diseño de un robot inteligente que recorra superficies (suelos o cualquier superficie horizontal) de forma autónoma que combine un sistema de aspiración (para eliminar partículas) con radiación UVC y un sistema de irrigación con algún desinfectante standard (lejía, ozono, ...). La fuente de UVC debería localizarse muy cerca de la superficie, para favorecer que los tiempos de inactivación puedan ser reducidos. Un diseño adecuado permitiría apantallar totalmente la radiación de forma que el robot pueda estar realizando la desinfección sin necesidad de evacuar la zona de personas.

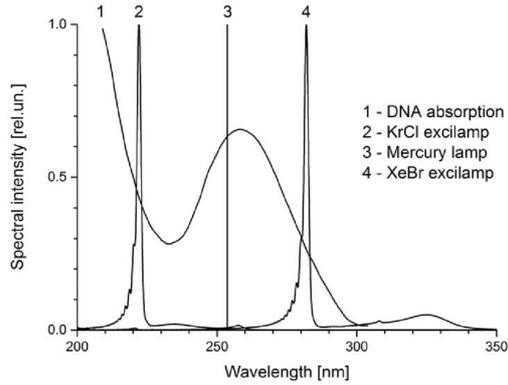
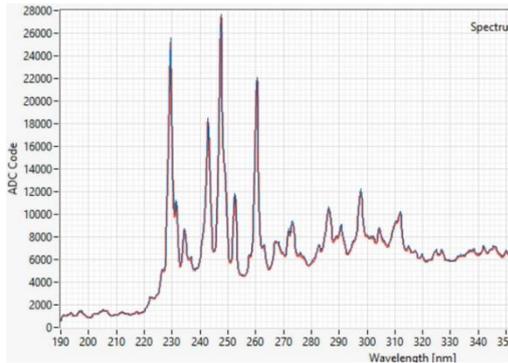


Figura 1. Espectros de absorción de ADN (1) y de emisión de lámpara (2) de descarga KrCl-excílamp con máximo en 222 nm; (3) de mercurio, 253.7 nm; (4) de descarga XeBr-excílamp con máximo en 282 nm.[¹¹]



Lámpara de Xenon pulsada

<http://www.izakscientific.com/content/xenon-lamp-engineer>



Figura 2. El robot Xenex, tecnología pionera introducida por la compañía Clece como complemento a los servicios de limpieza hospitalaria, Los estudios realizados en colaboración el **Centro Nacional de Biotecnología** (CNB) perteneciente al CSIC, han validado la eficacia de desinfección de este sistema, logrando un 99.999999% de reducción en las principales bacterias nosocomiales, el 100% en virus y el 99 % en hongos.



Figura 3. GermFalcon, a new machine that uses ultraviolet light to wipe out coronavirus and other germs inside an airplane.

- ¹ Report: Effectiveness of UV Irradiation for Pathogen Inactivation in Surface Waters. Linden, Karl G. , Sobsey, Mark D. EPA Grant Number: R829012, 2001-2005
- ² M. Darnell; D. Taylor, Evaluation of inactivation methods for severe acute respiratory syndrome coronavirus in noncellular blood products, *Transfusion*. 46:1770–1777, 2006
- ³ https://www.revistalimpiezas.es/actualidad/el-sistema-de-desinfeccion-hospitalaria-xenex-finalista-de-los-premios-europeos-de-limpieza-e-higiene-2017_20171205.html (acceso 16/05/2020)
- ⁴ M. Stibich, J. Stachowiak, The microbiological impact of pulsed xenon ultraviolet disinfection on resistant bacteria, bacterial spore and fungi and viruses. *South African Journal of Infectious Disease* 2016;31(1):12-15
- ⁵ Flight of the GermFalcon: How a Potential Coronavirus-Killing Airplane Sterilizer Was Born. Dimer UVC's ultraviolet germ zapper took some very hands-on design work
- ⁶ <https://www.bbc.com/news/business-51914722>, Coronavirus: Robots use light beams to zap hospital viruses. (20 marzo)
- ⁷ <https://www.xenex.com/resources/news/xenex-lightstrike-robot-destroys-sars-cov-2-coronavirus-in-2-minutes/> (acceso 16/05/2020)
- ⁸ <https://www.txbiomed.org/> (acceso 16/05/2020)
- ⁹ https://www.balancesociosanitario.com/Clece-dispone-de-la-unica-tecnologia-de-desinfeccion-certificada-para-destruir-el-COVID-19_a7321.html (acceso 16/05/2020)

-
- ¹⁰ Casini et al. 2019; Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light-Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, 16, 3572
- ¹¹ Lipatov, E.I. et al. Proc. SPIE, 9810, id. 98100Z (2015). DOI: 10.1117/12.2228995