



Riu Güell,34 17180 Vilablareix-Girona · Tel +34 972 244 606

LUZ UV-C

gilua-TeX[®]

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
LUZ UV-C GERMICIDA	4
¿Qué es la luz ultravioleta?	4
¿Qué es la luz UV-C?	4
¿Qué luz se considera germicida (GUV)?	5
UV-C. COVID-19	5
DOSIS OBJETIVO. REDUCCIÓN LOGARÍTMICA	6
LEY INVERSA DEL CUADRADO PARA PROPAGACIÓN DE LUZ	8
REFERENCIAS	8

INTRODUCCIÓN

La luz ultravioleta es una tecnología probada para eliminar virus, bacterias y otros microorganismos que pueden presentar un riesgo a las personas. La luz UV-C elimina o inactiva los microorganismos destruyendo y afectando su ADN, dejándolos incapaces de realizar sus funciones celulares vitales.

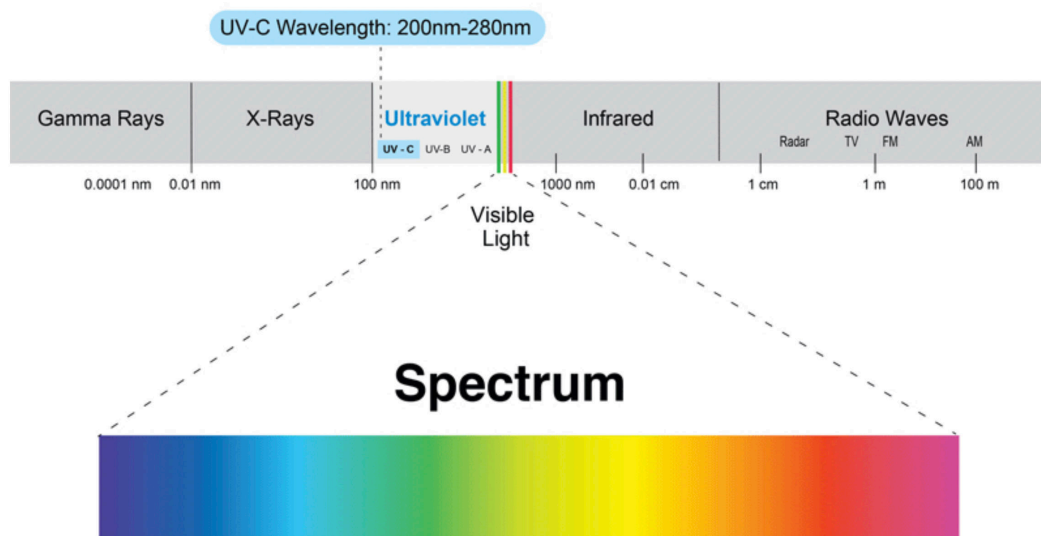
La comercialización de maquinaria con tecnología ultravioleta se destina a reducir la carga microbiana de la superficie o elemento a desinfectar, hasta adquirir niveles de reducción que nos den una seguridad, puesto que la dosis aplicada rompe la cadena de desinfección.

En este sentido, la cabina de desinfección gilua-Tex pretende garantizar una limpieza de microorganismos que pueden ser presentes en piezas de ropa en un tiempo de ciclo reducido (<1min), aplicando homogéneamente la dosis requerida a toda la superficie de la pieza de ropa.

LUZ UV-C GERMICIDA

¿QUÉ ES LA LUZ ULTRAVIOLETA?

La luz ultravioleta es un tipo de radiación electromagnética. Se trata de una luz invisible para el ser humano, puesto que su longitud de onda está por debajo del espectro visible (el rango es entre 100 a 400nm).



¿QUÉ ES LA LUZ UV-C?

Dentro el espectro de luces ultravioleta, podemos dividir las siguientes luces [1]:

UV-A (onda larga; 400 - 315 nm): usada para broncear la piel, curados de tinta/resina.

UV-B (onda media; 315 - 280 nm): terapias de psoriasis, pueden causar quemaduras, potenciar la aparición de cáncer en la piel...

UV-C (onda corta; 280 - 200nm): la más efectiva para efectos germicidas.

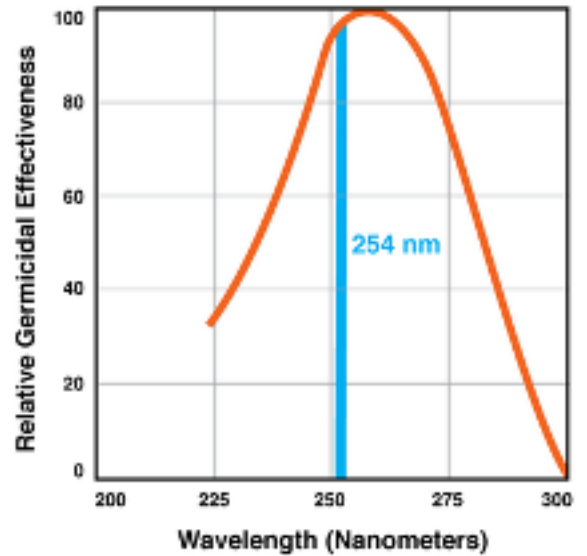
UV-V (UV de vacío, por debajo 200 nm): pueden producir ozono en el aire.

Todas las longitudes de onda citadas son emitidas por el sol, pero solo las más largas (UV-A y UV-B) llegan a la tierra. Los rayos UV-C, que son las de onda más corta, pero a su vez de mayor energía, son bloqueadas por la capa de ozono.

¿QUÉ LUZ SE CONSIDERA GERMICIDA (GUV)?

Puesto que los rayos UV-C son bloqueados por la capa de ozono, los microorganismos no han desarrollado un mecanismo de defensa natural por la energía de esta luz. La energía radiada por la luz ultravioleta provoca inestabilidades en los ácidos nucleicos (ADN y ARN) de los microorganismos, interrumpiendo su secuencia y causando mutaciones que impidan su reproducción, provocando la muerte de las bacterias y la inactivación del virus.

Las lámparas de mercurio de baja presión como las instaladas en la cabina gilua-*Tex* emiten en una longitud de onda de 253.7nm, muy próximas al pico máximo de la curva germicida (situado a unos 265nm). Es por eso por lo que su uso está muy extendido en equipos de esterilización, desinfección y/o limpieza de microorganismos.



UV-C. COVID-19

La luz germicida UV-C mata las bacterias vivas, pero en el caso de los virus (como el SARS-CoV-2 que causa la enfermedad COVID-19 [2]) no se trata de microorganismos vivos; por lo tanto, la terminología correcta para referirse a ellos es que los virus son inactivados.

Debido a la reciente identificación del SARS-CoV-2, hay una falta de información científica por lo que respeta a la supervivencia del virus en diferentes condiciones, así como de la eficacia de desinfección con distintos métodos.

Los primeros estudios publicados respecto a la supervivencia del SARS-CoV-2 sobre superficies [3] nos muestran una supervivencia de 4 días sobre plástico y acero inoxidable, 2 días sobre cartón i 10 horas sobre cobre. Por lo tanto, es lógico y coherente asumir que el virus tiene una supervivencia sobre los distintos materiales textiles comúnmente usados y que es necesaria una desinfección de las prendas de ropa para evitar la propagación del virus.

Respecto la susceptibilidad del virus SARS-CoV-2 a la radiación, se espera que el comportamiento sea similar a cualquier otro coronavirus encapsulado. Actualmente el virus SARS-CoV-2 está sometido a análisis científicos para determinar su inactivación bajo efectos de luz germicida. Durante años, la comunidad científica ha realizado diferentes estudios sobre la familia de los coronavirus, donde se ha observado que la luz UV-C es capaz de inactivarlos por completo.

En la siguiente tabla se resumen diferentes estudios realizados a coronavirus expuestos a luz ultravioleta, i su dosis D_{90} (indica la dosis requerida para una inactivación del 90% de la muestra inicial) necesaria [4]:

Table 1: Summary of Ultraviolet Studies on Coronaviruses

Microbe	D_{90} Dose J/m ²	UV k m ² /J	Base Pairs kb	Source
Coronavirus	7	0.35120	30741	Walker 2007 ^a
Berne virus (Coronaviridae)	7	0.32100	28480	Weiss 1986
Murine Coronavirus (MHV)	15	0.15351	31335	Hirano 1978
Canine Coronavirus (CCV)	29	0.08079	29278	Saknimit 1988 ^b
Murine Coronavirus (MHV)	29	0.08079	31335	Saknimit 1988 ^b
SARS Coronavirus CoV-P9	40	0.05750	29829	Duan 2003 ^c
Murine Coronavirus (MHV)	103	0.02240	31335	Liu 2003
SARS Coronavirus (Hanoi)	134	0.01720	29751	Kariwa 2004 ^d
SARS Coronavirus (Urbani)	241	0.00955	29751	Darnell 2004
Average	67	0.03433		

^a (Jingwen 2020)

^b (estimated)

^c (mean estimate)

^d (at 3 logs)

Sin estudios científicos concluyentes respecto el SARS-CoV-2, ni una legislación específica que determine una dosis objetivo, se requiere de una coherencia científica para el dimensionamiento de maquinaria para desinfección, como la cabina gilua-Tex. Es por eso que, a pesar del valor medio sugerido de 67 J/m², se dimensiona la cabina de forma mucho más conservadora, asumiendo la dosis más elevada que aparece en la literatura científica sobre virus de la familia de los coronavirus (241 J/m²). Además, en base a las indicaciones de la Illuminating Engineering Society [5], que nos sugiere una dosis D_{99} para maquinaria de desinfección, se ha doblado ese valor y **se certifica una dosis objetivo en todo el volumen de la cabina gilua-Tex de 482 J/m²**.

DOSIS OBJETIVO. REDUCCIÓN LOGARÍTMICA

El efecto germicida de la luz ultravioleta es proporcional a la dosis de exposición (típicamente en mili Joules por centímetro cuadrado, mJ/cm², o Joules por metro cuadrado, J/m²), que es el producto de la irradiancia (típicamente en mW/cm² o W/m²) y el tiempo de exposición (s).

Como se determina la dosis objetivo de la cabina gilua-Tex de **$D_{99}=482$ J/m²** ?

En primer lugar, es necesario familiarizarse con el concepto de reducción logarítmica, que nos da una medida de como un proceso de descontaminación reduce la concentración de un contaminante.

Para la caracterización de sistemas de desinfección se utiliza como medida una unidad formadora de colonias (UFC) del microorganismo a analizar. Cuando se analiza su desinfección en un laboratorio, se expresa el numero relativo de microorganismos que se han eliminado en cada momento, mediante un factor de reducción que se presenta típicamente en factores de 10 usando una escala logarítmica.

$$\text{Reducción logarítmica} = \log_{10} \left(\frac{N_0}{N} \right)$$

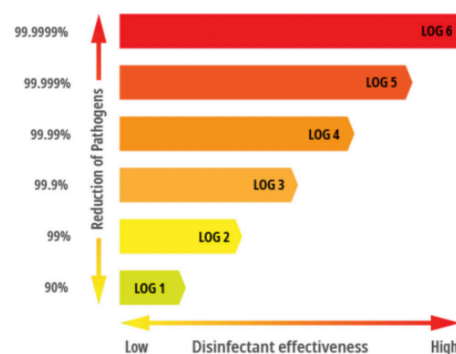
Donde:

N_0 = unidad formadora de colonias (UFC) del microorganismo antes de la exposición a la luz UV

N = unidad formadora de colonias (UFC) del microorganismo después de la exposición a la luz UV

Por ejemplo, una reducción 1-log corresponde a una inactivación del 90% del microorganismo (respecto la UFC inicial), cuando esta se ha reducido un factor de 10. Por lo tanto, una reducción 2-log, corresponde a una reducción de 99%, o a un factor de 100, y así sucesivamente.

Es evidente que la efectividad como desinfectante y la reducción de la carga microbiana de una superficie (en el caso de la cabina, el textil de la ropa) va a depender de la dosis objetivo que se desea lograr. Sin legislación específica y asumiendo una posición conservadora, nos situamos en valores de desinfección objetivo de 2 reducciones logarítmicas (D_{99} - 99% de inactivación), dosis recomendada para maquinaria de desinfección por la Illuminating Engineering Society [5].



¿Como se relaciona una reducción logarítmica con otra? Todo patógeno, basado en su marca biológica, tiene una sensibilidad diferente a la luz UV-C. Como se ha citado anteriormente, no existe literatura científica sobre el SARS-CoV-2, por lo tanto se parte de la dosis D_{90} más elevada documentada en la literatura científica por organismos de la misma familia de coronavirus ($D_{90} = 241 \text{ J/m}^2$).

Para conocer la dosis necesaria para diferentes reducciones logarítmicas es necesario caracterizar experimentalmente mediante ensayos de laboratorio. En la mayoría de los virus y bacterias, el aumento necesario para pasar de una reducción a otra es menor que doblar la dosis a aplicar[6]:

	UV Dose*				
	2 LRV	3 LRV	4 LRV	5 LRV	6 LRV
E. Coli	6.5	7	8	9	10
Pseudomonas aeruginosa	11	16.5	22	--	--
Salmonella typ	4.1	5.5	7.1	8.5	--
Staphylococcus aureus	5.4	6.5	10.4	--	--

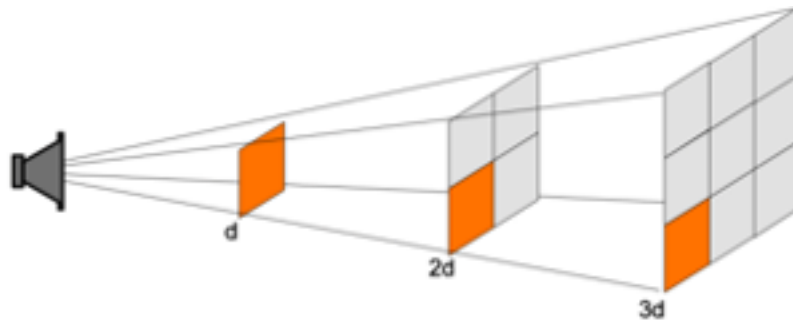
Consecuentemente, es conservador asumir que doblando la dosis inicial de $D_{90} = 241 \text{ J/m}^2$ a una dosis objetivo de $D_{99} = 482 \text{ J/m}^2$ se está aplicando una dosis con un margen de seguridad para alcanzar un alto nivel de desinfección (D_{99}) en toda la superficie de la ropa a desinfectar.

Se debe insistir en la importancia de este valor ($D_{99} = 482 \text{ J/m}^2$), puesto que ningún fabricante de equipos de desinfección puede asegurar una dosis para la inactivación del SARS-CoV-2, ya que no existe literatura científica. En el momento de adquirir un equipo de desinfección, se debe conocer que dosis nos proporciona, y en base a qué se ha definido. La cabina de desinfección gilua-Tex nos asegura una dosis de 482 J/m^2 que, como se ha expuesto, es conservador asumir que es mayor a la dosis D_{99} para el SARS-CoV-2.

Nota: la cabina puede reajustar el tiempo de limpieza para asegurar dosis mayores en caso de que aparezcan estudios científicos que sugieran valores más elevados para el SARS-CoV-2.

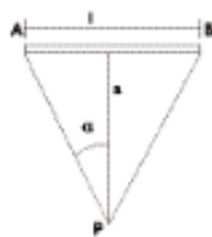
LEY INVERSA DEL CUADRADO PARA PROPAGACIÓN DE LUZ

La irradiación emitida por la luz UV-C obedece la ley inversa del cuadrado, donde la intensidad a un punto dado es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de este punto al emisor de luz.



En el caso de la cabina gilua-Tex, su diseño permite mantener toda la superficie de la ropa a una distancia mínima de los emisores de luz, maximizando la irradiancia en la superficie y minimizando el ciclo de limpieza por cada prenda.

Con respecto a la fluorescencia, la formulación específica fue presentada hace 50 años por Philips [7], y contempla la longitud del tubo fluorescente y la potencia nominal de este (W) para determinar la irradiancia en un punto perpendicular con la siguiente fórmula:



$$E = \frac{\varphi}{2\pi^2 l a} (2\alpha + \sin 2\alpha)$$

Donde φ indica la potencia radiada (en W) i E (W/m^2) la irradiancia al punto P de medida.

REFERENCIAS

- [1] K. W, Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook, UVGI for Air and Surface Disinfection, Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- [2] M. d. S. C. d. C. d. A. y. E. Sanitarias, «Preguntas y respuestas sobre el SARS-CoV-2 y el COVID-19,» 2020.
- [3] B. T. M. D. e. a. van Doremalen N, «Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1,» The New England Journal of Medicine, 2020.
- [4] P. V. W. T. Kowalski W., «2020 COVID-19 Coronavirus Ultraviolet Susceptibility,» 2020.
- [5] I. E. Society, «Germicidal Ultraviolet (GUV) –Frequently Asked Questions,» USA, 2020.
- [6] C. IS, «Application Note: UVC LEDs for Disinfection,» NY, USA, 2016.
- [7] H. Keitz, Light calculations and measurements, Philips Technical Library, MacMillan and Co, 1971.



Riu Güell,34 17180 Vilablareix-Girona · Tel +34 972 244 606