Informe técnico de la eficacia aséptica de UVC y de ASEPT2x

Informe técnico realizado por Nuria Pérez Alonso-Cuevillas

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 2
ALFATEC Y SANUVOX 3
QUÉ ES LA LUZ UV Y POR QUÉ ES UN MÉTODO DE DESINFECCIÓN EFICAZ 3
SARS-CoV-20 8
ASEPT2X 10
Efectividad probada de ASEPT2X 13
REFERENCIAS 15
ANEXO 1. INFORME DEL DR. FRANCISCO GUILLÉN GRIMA, CLÍNICA UNIVERSITARIA DE NAVARRA 17
ANEXO 2. INFORME DEL DR. VICENTE ZANÓN VIGUER 19
ANEXO 3. INFORME SANUVOX 22

INTRODUCCIÓN

La desinfección y esterilización era un tema asociado al mundo sanitario y focalizado, fundamentalmente en limpiezas manuales con productos químicos y limpiezas de los filtros de los sistemas de ventilación.

En el año 2020, la pandemia derivada del SARS-CoV-2, virus causante de la enfermedad COVID-19, ha obligado a toda la población y a todos los sectores de actividad a prestar especial atención en estos temas y a interesarse por los diferentes métodos de desinfección existentes. Los sectores que ya disponían de medios de desinfección más sofisticados se han interesado por mejorarlos y los que tenían métodos manuales se han interesado para mejorarlos buscando la eficiencia de los mismos con el fin de asegurar la salud de los trabajadores y de los clientes.

Actualmente existen varios métodos de desinfección, la unidad de Asepsia de Alfatec ha apostado inicialmente por la desinfección con luz ultravioleta debido a que es un método muy extendido desde hace más de 70 años en la desinfección de aguas, frutas y verduras, como sustituto de plaguicidas, etc. ya que inactiva los microorganismos impidiendo su replicación y proliferación. Además, es el método más rápido, que no genera restos orgánicos tras su uso siendo inocuo para el ser humanos siempre y cuando se respeten las normas de seguridad establecidas para cada equipo y responsable con el medio ambiente ya que no genera residuos.

El uso de los equipos UVC permite evitar el uso de productos químicos proporcionando una desinfección de patógenos rápida y eficaz. Otra ventaja de los equipos UV es que requieren de un mantenimiento mínimo y sencillo.

Desde el inicio el sector más convencido del uso de luz UV es el sanitario, estando implantado este sistema de desinfección en diferentes hospitales y clínicas ya que es utilizado para desinfectar quirófanos, salas de espera, boxes, consultas, baños, etc. en un espacio de tiempo muy corto.

En los últimos meses ya están interesados otros sectores como los puertos, centros comerciales, empresas instaladoras de aires acondicionados, hoteles, bares y restaurantes, universidades y colegios, el sector de la automoción, entre otros, ya que quieren asegurar el espacio como libre de COVID-19, es decir de SARS-CoV-2.

ALFATEC Y SANUVOX

Alfatec es una empresa española con una sólida y amplia vocación tecnológica. Su desarrollo de negocio nacional e internacional ha conseguido alcanzar una facturación en 2019 superior a los 25 millones de euros.

Con más de 500 empleados, desarrolla su actividad en 25 unidades de negocio especializadas, siendo una de sus áreas de mayor experiencia la del sector sanitario, en la que además destaca su producto para la gestión hospitalaria (SINA).

La combinación de la experiencia entre sus diferentes áreas de negocio facilita que **alfatec** disponga de una visión de 360 grados del entorno tecnológico, lo cual le permite desarrollar e implementar perfectamente soluciones a los problemas de sus clientes, por si misma o con los mejores socios en cada caso.

Se puede asegurar que la vocación innovadora de **alfatec** es su sello diferenciador.

Una de las 25 unidades de negocio es la unidad de ASEPSIA la cual nace con la finalidad de cubrir las necesidades de sus clientes en la desinfección de entornos de todo tipo.

Para cubrir estas necesidades, **alfatec** ha establecido un acuerdo de distribución para España, Portugal e Italia, de los productos de le empresa canadiense SANUVOX.

SANUVOX es una empresa con 25 años de historia, especialista y líder en el diseño y fabricación de aparatos de desinfección y purificación (www.sanuvox.com) de aire y de superficies con luz ultravioleta. Los equipos de SANUVOX se utilizan en todo el mundo en diversos sectores como el residencial, comercial, institucional y especialmente el sanitario.

QUÉ ES LA LUZ UV Y POR QUÉ ES UN MÉTODO DE DESINFECCIÓN EFICAZ

Al igual que nuestra conocida "luz visible", que se extiende desde una longitud de onda de 400 nm llamada "violeta" hasta los 700 nm que nuestros ojos humanos perciben como "roja", la luz ultravioleta también es una radiación electromagnética, pero con una longitud de onda más corta. El espectro de luz UV no es visible para el ojo humano. El espectro UV se puede subdividir convenientemente en cuatro categorías:

- Banda UV-A (400–315 nm): la más abundante en luz solar que llega a la superficie de la Tierra
- Banda UV-B (315–280 nm): principal responsable del enrojecimiento de la piel
- Banda UV-C (280-200 nm): la más efectiva para el efecto germicida
- UV lejano o vacío (200 - 30 nm) - Radiación ionizante y productora de ozono

Como se ilustra en la figura 1, a medida que la longitud de onda de la luz se acorta, aumenta la cantidad de energía transportada por las partículas de luz llamadas fotones.

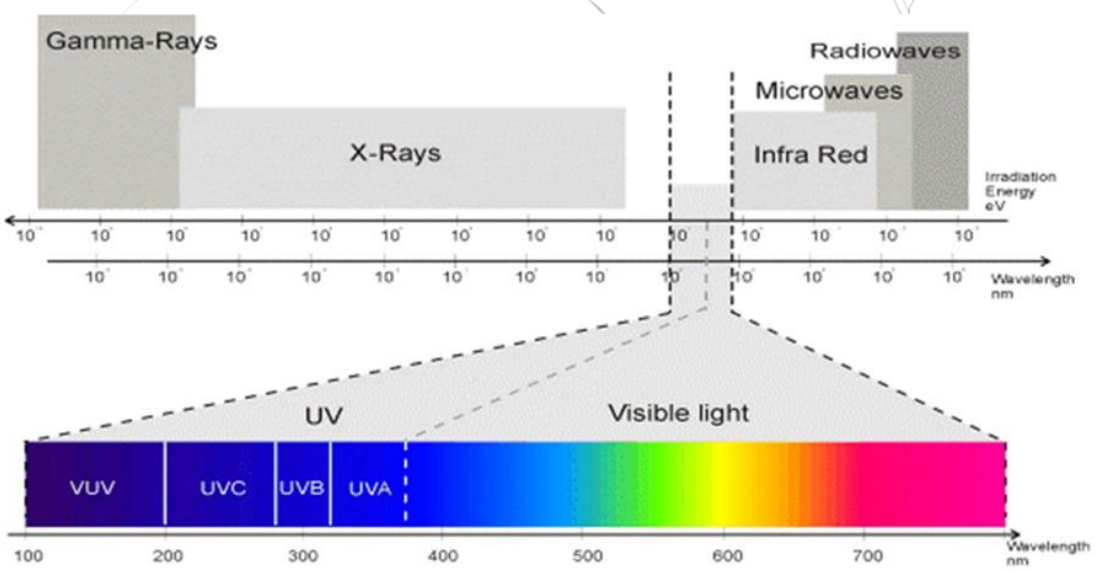

Figura 1. Espectro de radiación electromagnética.

Fueron los científicos Downs y Blunt en 1877 los que hicieron las primeras demostraciones de la propiedad germicida de la luz, posteriormente en 1903 Barnard y Morgan identificaron la longitud de onda alrededor de 250nm como biocida, en 1917 Newcomer restringió el rango y Ehrismann y Noethling en1932 aislaron la longitud de onda de 253,7 nm. (Kowalski, 2009).

La esterilización fotoquímica de microorganismos se logra en la práctica con la longitud de onda de 253,7 nm, para ello se emplean lámparas con mercurio de baja presión que irradian a 254nm.

Su eficacia radica en que coincide con el pico de absorción del ARN y del ADN (260-265nm) y de los lípidos y algunos aminoácidos (190nm-280nm) (Kowaslki, 2009)

Las lámparas de mercurio a baja presión son las más efectivas ya que irradian el 95% de su energía en la longitud de onda 253,7nm la cual es muy cercana al pico de absorción de los ácidos nucleicos teniendo un mayor poder germicida que las lámparas de media presión (Kowalski, 2009) (figura 2).

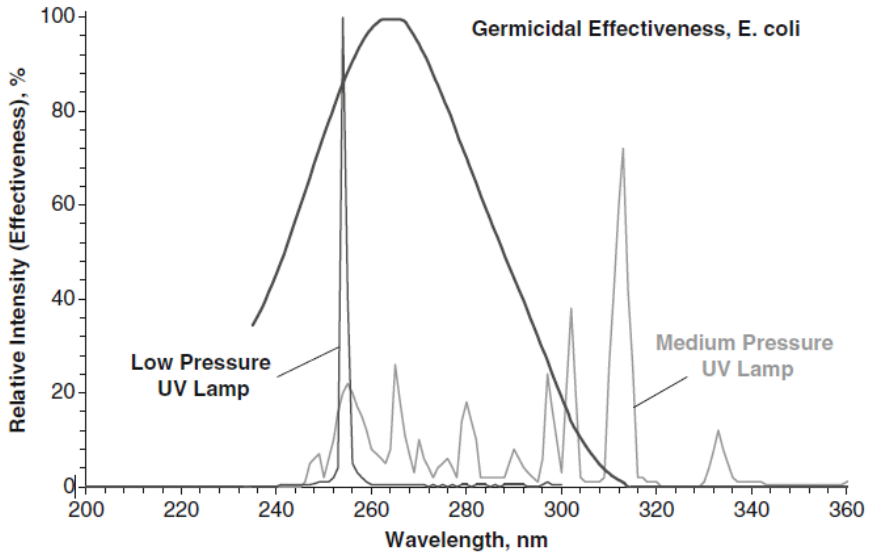

Figura 2. Longitudes de onda de luz UVGI comparando la efectividad germicida de lámparas de baja presión y de alta presión para *E. Coli*. (Kowalski, 2009).

La estructura del ADN y ARN está formada por bases nitrogenadas, adenina, guanina, citosina y la cuarta base varía, si es ADN será timina y en ARN será uracilo. La citosina, timina y uracilo son llamadas pirimidinas y estás formadas por un solo anillo y la adenina y guanina son purinas formadas por anillos dobles. La adenina con la timina se une por dos puentes de hidrógeno y la citosina con la guanina por tres, por lo que las uniones de timina-adenosina representan la parte más débil del ADN y ARN, es por lo que la UVC, que provoca formaciones de dímeros de pirimidinas, especialmente de timinas o uracilos.

Con la formación de dímeros de pirimidinas se bloquea el mecanismo de replicación, transcripción y reparación de los ácidos nucleicos, la ARN/ADN polimerasa, inactivando el microorganismo a nivel molecular. Las timinas y uracilos también pueden formar dímeros con proteínas de la membrana celular o, en el caso de los virus, con las proteínas de la cápside provocando un daño celular también a nivel de la estructura del microorganismo. Si se desea realizar una

evaluación más exhaustiva de los daños producidos por los rayos UV sobre los ácidos nucleicos, sobre los mecanismos de reparación y las estructuras de los microorganismos ver la descripción en el capítulo 2 del libro del Dr. Kowalski (2009).

La energía cuántica transportada por los fotones UV es lo suficientemente alta como para disociar los enlaces covalentes simples C, H, O y N, lo que resulta en un daño molecular irreversible a los ácidos nucleicos que conduce a un organismo no viable.

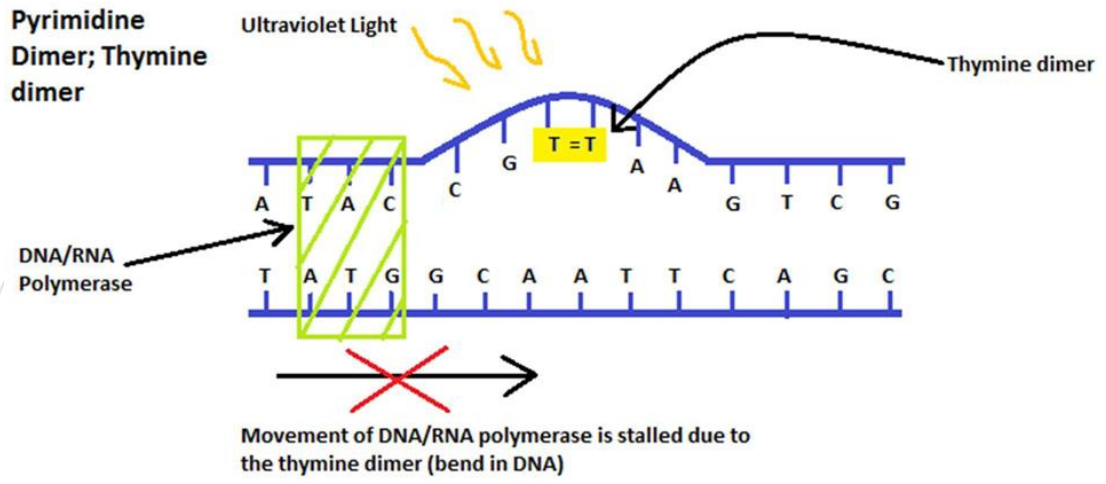

Figura 3. Esquema de la reacción fotoquímica debida a la radiación UVC sobre las cadenas de ácidos nucleicos.

Dentro de los límites de precisión experimental, la acción letal del UV germicida parece ser independiente de la naturaleza del organismo y, a diferencia de los antibióticos, no se han encontrado signos de resistencia adaptativa después de un siglo de uso para la desinfección del agua.

Cada microorganismo tiene una susceptibilidad diferente a la luz UV, para poder calcular la dosis adecuada de UV para cada uno de ellos es importante conocer las constantes de susceptibilidad, K. En el libro del Dr. Kowalski (2009) hay un detallado listado de todas las constantes ya investigadas de cada microorganismo (bacterias, virus, hongos y otros patógenos).

Sabiendo esta constante K se puede calcular la susceptibilidad UV o dosis de exposición UV requerida para obtener el 90% inactivación (el valor D90). El valor D90 tiene un alto interés práctico, ya que le permite al diseñador evaluar rápidamente la dosis UV requerida para alcanzar el nivel de desinfección deseado.

$$D90 = \frac{ln(10)}{k} = \frac{2.30}{k} \quad \text{in J/m}^2$$

Por ejemplo, proporcionar una dosis de UV del doble de la D90 dará como resultado un nivel de desinfección del 99%. Administrar tres veces la dosis de D90 dará como resultado una tasa de desinfección del 99,9%, y así sucesivamente, es decir se puede calcular el D90 en base al LOG que se desea conseguir, es decir, a la desinfección alcanzada. Por ejemplo, para alcanzar un nivel de desinfección de 6LOG (99,9999%) se debe administrar al menos 6 veces el valor D90 del microorganismo más resistente. La D90 se mide el J/m2.

Microorganism	UV susceptibility			SIZE	Source
	k		*D 90%*		
	m2/J		J/m2	micron	
influenza A virus	0,119	m2/J	**19,3**	0,098	Jensen 1964-AIR at 68% RH.
Vesicular stomatis virus	0,1806	m2/J	**12,7**	0,104	Rauth 1965
Coronavirus	0,377	m2/J	**6,1**	0,113	Walker 2007
Mycoplasma pneumoniae	0,2791	m2/J	**8,2**	0,177	Furness 1977
Neisseria catarrhalis/meningitidis	0,05233	m2/J	**44,0**	0,177	Rentschler 1941-Surface
Francisella Tularensis	0,0147	m2/J	**156,0**	0,200	Beebe 1959
Newcastle disease	0,1440	m2/J	**16,0**	0,212	Rubin 1959
Coxiella burnetii	0,1535	m2/J	**15,0**	0,283	Little 1980-Water
Haemophilus influenza	0,0599	m2/J	**38,4**	0,285	Mongold 1992 -Surface
Proteus vulgaris/mirabilis	0,07675	m2/J	**30,0**	0,291	Rentschler 1941 -Surface
Vaccinia virus	0,153	m2/J	**15,0**	0,307	Jensen 1964-AIR at 65% RH.
Measle virus	0,1051	m2/J	**21,9**	0,329	Distefano 1976 -Water
Pseudomonas aeruginosa	0,1047	m2/J	**22,0**	0,494	Elasri 1999-Surface
E. Coli	0,15611	m2/J	**14,7**	0,500	Luckiesh 1949- AIR at low RH
Legionella pneumophila	0,44613	m2/J	**5,2**	0,520	Knudsen 1985- SURFACE

Tabla 2. Resumen de algunos patógenos representativos entre los que se encuentran los coronavirus (Kowalski, 2009).

Algunas ventajas de la luz UVC o UVGI:

- No genera ningún compuesto o gas que sea perjudicial para el ser humano, es decir, no es necesario ventilar las áreas desinfectadas tras el tratamiento.
- Al tratarse de un sistema físico, los microorganismos no generan resistencia al proceso de desinfección.
- El tiempo requerido para la desinfección es mucho menor que la desinfección con desinfectantes (Ansaldi *et al.* 2004) y con calor seco (Cadnum *et al*. 2020).
- En el mismo proceso se desinfectan tanto las superficies como el ambiente incluyendo techas, suelos y paredes.
- Mínima intervención humana, es un sistema automático lo que repercute en una mejora de la seguridad y salud del personal, sobre todo a nivel de riesgos higiénicos ya que no tienen contacto con productos químicos ni con subproductos orgánicos ergonómicos por no tener que realizar posturas forzadas ni movimientos repetitivos.
- Es un proceso en frío que no requiere de la adición de ningún producto químico para el proceso de desinfección, siendo respetuoso con el medio ambiente.
- Disminución de costes en consumibles, las lámparas de Sanuvox tienen una vida útil de 17000h y en mano de obra.

SARS-CoV-20

El SARS-CoV-2 es un virus de ARN de cadena positiva perteneciente a la familia *Coronaviridae*, subfamilia *Orthocoronavirinae*, género *Betacoronavirus*. El genoma del SARS-CoV-2 está formado por un ARN de una sola cadena de unos 30.000 nucleótidos y 6 ORF *(open reading frames)*, idénticos al resto de coronavirus, y varios genes adicionales. La mayoría de estos genes solo presentan una homología del 80% con el antiguo virus SARS-CoV; sin embargo, los genes implicados en la replicación (ORF1ab) presentan una homología del 94% con este virus (Velan y Meyer, 2020; Zhou *et al*. 2020).

Los virus de ARN de una sola cadena, son los más sencillos de inactivar ya que

requieren una menor dosis de luz UV siendo los microorganismos de ARN o ADN d doble cadena los más complejos de eliminar (Tseng y Li, 2007) lo cual se puede observar en las D90 que son siempre menores. Bedell y su equipo (2016) demostraron que la desinfección con luz UVC de distintos virus de la familia de los coronavirus incluyendo los SARS-CoV (severe acute respìratory síndrome coronavirus) y MERS-CoV (middle east respiratory síndrome coronavirus) es muy satisfactoria obtenido una reducción de 6 log en 10 minutos.

La efectividad de la luz UVC sobre SARSCOV-2 parte de la base de similitud del genoma con otros virus de la familia y que tiene un 56% de pares de bases AT lo que favorece la efectividad de la luz UVC para la formación de dímeros.

Estudios recientes han obtenido la constante k para el SARSCoV-2 y con ello han calculado al D90 para dicho virus (Inagaki, 2020; Bianco, 2020), una dosis de 3,7mJ/cm2 es suficiente para alcanzar una desinfección de 3 log, la desinfección completa a cualquier concentración del virus se observa con 16,9mJ/cm2 (Blatchley, 2020). Hay otros estudios del Dr. Brais (2016 y 2020) que también demuestran la efectividad de la luz UVC contra el SARS-CoV-2 tanto en superficies, como en el aire o en los conductos de los sistemas de ventilación con una eficacia de 99,999%, 5 LOG, hecho que ha sido ratificado por la IUVA.

La Asociación International Ultravioleta (IUVA) cree en la radiación UV-C como desinfectante jugando un importante rol en la reducción de la transmisión del virus, SARS-CoV-2, causante del COVID-19 eliminando el virus de las superficies y del aire. Es importante tener en cuenta la capacidad de desinfección de la luz UV-C en aire ya que, la OMS en base a estudios científicos recientes, afirman que la trasmisión del SARS-CoV-2 también tiene lugar a través del aire.

A continuación, se muestra una tabla (tabla 3) que recoge todos los datos de los distintos coronavirus conocidos con las D90 y las constantes k y con las referencias

bibliográficas donde se encuentran los cálculos y los estudios probatorios.

Microbe	D_{90} Dose J/m^2	UV k m^2/J	Base Pairs kb	Source
Coronavirus	6.6	0.35120	30741	Walker 2007[a]
Berne virus (Coronaviridae)	7.2	0.32100	28480	Weiss 1986
SARS-CoV-2 (Italy-INMI1)	12.3	0.18670	29811	Bianco 2020
Murine Coronavirus (MHV)	15.0	0.15351	31335	Hirano 1978
SARS Coronavirus (Frankfurt 1)	16.4	0.14040	29903	Eickmann 2020
Canine Coronavirus (CCV)	28.5	0.08079	29278	Saknimit 1988[b]
Murine Coronavirus (MHV)	28.5	0.08079	31335	Saknimit 1988[b]
SARS Coronavirus (CoV-P9)	40.0	0.05750	29829	Duan 2003[c]
SARS-CoV-2 (SARS-CoV-2/Hu/DP/Kng/19-027)	41.7	0.05524	29811	Inagaki 2020
Murine Coronavirus (MHV)	103.0	0.02240	31335	Liu 2003
SARS Coronavirus (Hanoi)	133.9	0.01720	29751	Kariwa 2004[d]
SARS Coronavirus (Urbani)	2410	0.00096	29751	Darnell 2004
Average	**237**	**0.00972**	including all studies	
Average excluding outliers	**47**	**0.04943**	excluding Walker, Weiss & Darnell	
Average for SARS-CoV-2	**27**	**0.08528**	two studies, 90% inactivation	

[a] *(Jingwen 2020)* [b] *(estimated)* [c] *(mean estimate)* [d] *(at 3 logs)*

Tabla 3. Resumen de los valores D90, constante k, pares de bases y la referencia bibliográfica de las distintas variantes de coronavirus conocidas.

ASEPT2X

Las lámparas de Sanuvox, que cuentan con una tecnología patentada son lámparas de mercurio a baja presión las cuales son capaces de irradiar de media el 35% de la energía de entrada a una longitud de onda de 254nm, siendo superior a otras lámparas.

La tecnología de las lámparas de Sanuvox tienen un bajo contenido de mercurio, recubrimientos antisolarización, mezclas de gases patentadas, vidrio de cuarzo fundido puro y filamentos de alta resistencia que proporcionan una vida útil extra larga. Las lámparas de ASEPT2x están recubiertas por teflón lo que permite evitar el contacto directo con las lámparas, disminuyo el riesgo de cortes, de proyecciones y de quemaduras en las manos. Esta tecnología permite una vida útil de 17.000h de funcionamiento, es decir caso el doble que el resto de lámparas del mercado

que tienen una vida útil de 9.000h.

Tabla 4. Comparativa de los distintos equipos de luz UVC similares a ASEPT2x (torres de

TECHNICAL COMPARISON MATRIX

Device	Number of units [1]	UVC Lamps per unit [2]	Lamps Size [3]	Lamp Type [4]	Lamp Power [5]	Total Input Power [6]	% Lamp power output due to Forced Air Cooled [7]	UV Reflect or Eff. [8]	UV -C conv. Eff. [9]	Current at 120 V [10]	UV-C Outward output [11]	Overall Efficiency [12]	Power based Disinfection Time [13]	Relative Disinfection Time [14]
			Inch		Watt	Watt			%	Amps	Watt	Output/Input	Minutes	%
Sanuvox Asept.2X	2	8	40	T6-Quartz LP-HO	108	1728	100 %	50 %	35 %	14,4	454	26 %	5	100 %
Surfacide	2	3	60	T5-Quartz Amalgam	300	1800	50 %	12,5%	22 %	15,0	111	6 %	20	407 %
Pathogon (Steris)	1	24	40	T5-Quartz LP-HO	100	2400	50 %	0 %	35 %	20,0	210	9 %	43	864 %
Tru-D	1	28	44	TUV-Soft Glass	75	2100	50 %	0 %	35 %	17,5	184	9 %	49	987 %
Xenex	1	1	NA	Xenon Flash	2200	2200	100 %	50 %	9 %	18,3	149	7 %	61	1222 %
R-D (Getinge)	1	20	40	T8 - Phillips	75	1500	50 %	0 %	35 %	12,5	131	9 %	69	1382 %
UVDI (Clorox)	1	4	64	T5- Quartz LP-HO	160	640	50 %	50 %	35 %	5,3	84	13 %	108	2160 %

Note 1 The standard number of disinfection units in the same room specified by the manufacturer.

Note 2 The number of UVC lamps per units as per the manufacturer published litterature.

Note 3 The UVC lamp length.

Note 4 The UVC lamp type: Low Pressure Mercury (LP) Quartz High Ouput (HO), T5, T6, Soft Glass, Amalgam, Xenon.

Note 5 The lamp input power consumption in Watt, as reported by the lamp manufacturer.

Note 6 Total input power of the complete UVC system = (number of units) X (number of lamps per unit) X (Lamp power)

Note 7 The lamp UVC output drops significantly when overheating. In still air i.e. without adequate forced air cooling, the UVC output drops by 50%. This does not apply to flash xenon UVC source as those naturally operate at very high temperature. It is worth noting that only Sanuvox uses a forced air cooling fan to insure maximum lamp output.

Note 8 Given that only the outward projecting UVC power is useful for disinfection, it follows that half of the lamp visible surface projects light outward and the other half is either lost by absorption inward or partially reflected outward by a suitable reflector. The aluminum Sanuvox reflector has been tested to outwardly reflect 50% of the inward UV. American UV and Tru-D have no reflectors. R-D is assumed to have an equivalent reflector but requires confirmation. Surfacide has a chrome reflector with a reflection coefficient of only 25%; only 50% of surfaces are exposed at a time. UVDI has an extruded aluminium reflector and was therefore estimated at the same efficiency as Sanuvox. Xenex lamp also rotates around and was therfore attributed a 50% outward efficiency.

Note 9 The UVC energy conversion efficiency values are published by UV lamp manufacturers and also found in multiple published papers and handbooks. Low pressure mercury lamps all have a reported UVC efficiency of 30 to 38%, thus 35% on average. For amalgam lamps operating in air, reported efficiencies are between 18 to 28%, thus 22% average value. For flash xenon where most of the energy is in the visible spectrum, the published energy fraction emitted in the UVC band is 9%.

Note 10 This column shows the electrical current draw of the UVC mobile disinfection system. It is worth noting that this value is normally limited to 20 Amps for a standard wall plug. The Surfacide systems exceeds this limit and the American UV hjas no margin left for any initial start-up current surge factor.

Note 11 The net outward projecting UVC power output is calculated by multiplying the input power of column G by all the efficiency factors of columns H, I, and J.

Note 12 This column shows the overall efficiency of the UV disinfection by dividing the net outward output of column L by the total power input displayed in G

Note 13 This column shows the comparative time required to deliver the same disinfection dose by each system when considering their relative overall UVC output in column G. Units with only 1 emitter will necessarily be 2X further from a surface than systems with 2 emitters. Therefore, the time factor is increased 4X (2^2) for a single emitter. Surfacide has 3 emitters but the company recommends using 1 emitter on the bathroom and 2 emitters in the patient room, therefore, the calulations are based on 2 emitters in the patient room.

desinfección).

El sistema ASEPT.2x de Sanuvox de desinfección germicida por UVC consiste en un sistema de torres de lámparas UV operadas con mínima intervención humana. El sistema ASEPT.2X de SANUVOX puede utilizar simultáneamente dos unidades para esterilizar rápidamente una habitación o una sala quirúrgica desde todos los ángulos, minimizando las áreas problemáticas de sombra dejadas por los

esterilizadores UV convencionales de una sola unidad.

Las unidades primaria y secundaria ASEPT.2X pueden comunicarse de forma inalámbrica, esterilizando hasta el 99.9999% de una habitación de 7 m x 7 m en 10-15 minutos. El tiempo del ciclo de desinfección se puede optimizar en base a las dimensiones de la habitación o sala.

Algunos de los beneficios de ASEPT2x son:

- Desinfección automática con mínima intervención humana.
- Operación simultánea de dos unidades para una desinfección más rápida.
- 99,99% de desinfección en 5 minutos.
- Monitorización de datos. El equipo cuenta con un sistema informático propio que permite conservar una base de datos obteniendo la trazabilidad de las desinfecciones realizadas.

Sanuvox ha calculado, específicamente para las torres ASEPT2x, el tiempo de irradiación necesario para obtener una desinfección de 5log en distintos tipos de patógenos de referencia en base a una distancia conocida (tabla 5).

SANUVOX TECHNOLOGIES INC	Distancia desde la unidad ASEPT2X							
Tiempo en MINUTOS para desinfección 5 log (eliminación 99,999%)	**1m**	**1.5m**	**2m**	**2.5m**	**3m**	**3.5m**	**4m**	**5m**
Clostridium Difficile spores C. Diff	5.7	6.4	7.4	8.7	10.3	13.1	16.7	24.7
Vancomycin-Resistant enterococcus	5.4	6.1	7.0	8.2	9.6	12.2	15.5	22.8
Klebsiella Pneumoniae	4.6	5.1	5.8	6.7	7.8	9.8	12.3	17.9
Ebola virus	3.5	3.8	4.3	4.8	5.5	6.6	8.1	11.5
Methicillin-Resistant Staphylococcus Aereus (MRSA)	3.3	3.5	3.8	4.3	4.8	5.8	7.0	9.7
Influenza A virus	3.2	3.4	3.8	4.2	4.7	5.6	6.7	9.3
Acinetobacter baumanii	3.1	3.3	3.6	4.0	4.5	5.3	6.4	8.8
Coronavirus (SARS-CoV-2) COVID-19	3.0	3.2	3.5	3.9	4.3	5.1	6.1	8.3
Newcastle disease	3.0	3.2	3.4	3.8	4.2	5.0	5.9	8.1
Smallpox	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
Vaccinia virus	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
Coxiella burnetii	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
Lactobacillus reuteri	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
Yersenia enterocolitica	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
E. Coli	2.9	3.1	3.4	3.7	4.1	4.8	5.7	7.7
Staphylococcus epidermis	2.9	3.0	3.3	3.6	4.0	4.6	5.5	7.4
Rickettsia prowazekii	2.8	3.0	3.2	3.5	3.8	4.4	5.2	7.0
Aeromonas	2.7	2.8	3.0	3.3	3.6	4.1	4.8	6.3
Salmonella	2.6	2.8	2.9	3.2	3.4	3.9	4.6	5.9
Listeria monocytogenes	2.6	2.7	2.9	3.1	3.4	3.9	4.5	5.8
Mycoplasma pneumoniae	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1	3.5	4.0	5.1
Coronavirus (SARS-CoV-1)	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.1	3.5	4.3
Legionella pneumophila	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.0	3.3	4.0
Mycobacterium tuberculosis	2.3	2.4	2.4	2.5	2.7	2.9	3.2	3.8

Tabla 5. Tiempo necesario para la desinfección de 5 log en una muestra representativa de patógenos de referencia en base a una distancia conocida. Datos específicos para ASEPT2x.

Efectividad probada de ASEPT2X

Los equipos ASEPT2x están siendo utilizados de forma habitual en varios hospitales de España desde hace 3 años con exitosos resultados.

Algunos casos que verifican la efectividad y fiabilidad de ASEPT2X:

- En la Clínica Universitaria de Navarra el Dr. Francisco Guillén, catedrático y especialista en medicina preventiva y salud pública, realiza muestreos y

evaluaciones de efectividad de la desinfección con ASEPT2x mensualmente, obtenido excelentes resultados teniendo ausencia de patógenos en las superficies y en el aire. En la Clínica universitaria de Navarra utilizan los equipos asiduamente para los quirófanos, habitaciones, cuartos de baño, UCI, etc. (anexo 1).

- El Dr. Vicente Zanón, especialista en medicina preventiva y salud pública, realizó unas pruebas de eficiencia biocida sobre superficies de ASEPT2X concluyendo que se evidenciaba un efecto biocida intenso sobre los patógenos hospitalarios y demostrando que duplicar el tiempo de exposición, es decir, sobreexponer un área a radiación UVC no tiene beneficios sustanciales, siendo el tiempo que viene predeterminado en las torres ASEPT2x suficiente para la desinfección efectiva (anexo 2).

- EL grupo EULEN realiza las desinfecciones con los equipos ASEPT2x y en sus análisis bacteriológicos ambientales se demuestra la efectividad de los mismos ya que los resultados que obtiene el laboratorio son óptimos para todos los microorganismos analizados.

- El grupo Recoletas realizó una prueba de eficacia biocida del equipo ASEPT2x en un área de sus instalaciones recogiendo muestras de aire y de 12 superficies distintas, concluyendo la efectividad de estos equipos ya que consiguió eliminar casi la totalidad de los patógenos existentes. Actualmente están realizando una implantación de este método de desinfección con torres ASEPT2x de Sanuvox en todas sus clínicas.

- Sanuvox ha realizado estudios específicos de inactivación del SARSCOV2 con el equipo ASEPT2x demostrando su efectividad con 4log en un radio de 3 metros en sólo 2 minutos (anexo 3).

REFERENCIAS

- Ansaldi F, Banfi F, Morelli P, Valle L, Durando P, Sticchi L et al. SARS-CoV, influenza A and syncitial respiratory virus resistance against common disinfectants and ultraviolet irradiation. *J. Prev. Med. and Hyg*. 2004. 45(1-2):5-8.

- Bedell K, Buchaklian AH, Perlman S. Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and MERS-CoV. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2016. 37(5):598-599.

- Bianco A, M Biasin, G Pareschi et al. UV-C irradiation is highly effective in inactivating and inhibiting SARS-CoV-2 replication. *medRxiv*. 2020. preprint doi: https://doi.org/10.1101/2020.06.05.20123463 (unreviewed preprint).

- Blatchley ER, Petri B, Sun W. SARS-CoV-2 UV Dose-Response Behavior. International Ultraviolet Association (IUVA). *White Paper*. 2020.

- Brais, N. Chapter 10 Air disinfection for ART clinics using ultraviolet germicidal irradiation: A Practical Guide. 2016.

- Cadnum JL, Li DF, Redmond SN, John AR, Pearlmutter B, Donskey CJ. Effectiveness of Ultraviolet-C Light and a High-Level Disinfection Cabinet for Decontamination of N95 Respirators. *Pathog Immun*. 2020. 5(1):52-67.

- Darnell MER, Subbarao K, Feinstone SM, Taylor DR. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *J Virol Meth*. 2004. 121:85-91.

- Downes A, Blunt TP. Research on the effect of light upon bacteria and other organisms. *Proc Roy Soc London*. 1877. 26:488–500.

- Duan SM, Zhao XS, Wen RF, Huang JJ, Pi GH, Zhang SX, Han J, Bi SL, Ruan L, Dong XP. Stability of SARS Coronavirus in Human Specimens and Environment and its Sensitivity to Heating and Environment and UV Irradiation. *Biomed Environ Sci*. 2003. 16:246-255.

- Eickmann M, Gravemann U, Handke W, Tolksdorf F, Reichenberg S, M€uller TH, Seltsam A. Inactivation of three emerging viruses – severe acute respiratory syndrome coronavirus, Crimean–Congo haemorrhagic fever virus and Nipah virus – in platelet concentrates by ultraviolet C light and in plasma by methylene blue plus visible light. *Vox Sanguinis*. 2020. 115:146-151

- Hirano N, Hino S, Fujiwara K. Physico-chemical properties of mouse hepatitis virus (MHV-2) grown on DBT cell culture. *Microbiol Immunol*. 1978. 22:377-90.

- Inagaki H, A Saito, H Sugiyama, T Okabayashi, S Fujimoto. Rapid inactivation of SARSCoV-2 with Deep-UV LED irradiation. *bioRxiv* preprint. 2020. doi: https://doi.org/10.1101/2020.06.06.138149. (unreviewed preprint).

- International Ultraviolet Association. IUVA Fact Sheet on UV Disinfection for COVID-19: *International Ultraviolet Association*. 2020. http://www.iuva.org/IUVA-Fact-Sheet-on-UVDisinfection-for-COVID-19.

- Kariwa H, Fujii N, Takashima I. Inactivation of SARS coronavirus by means of povidone-iodine, physical conditions, and chemical reagents. *Jpn J Vet Res*. 2004. 52:105-112.

- Kowalski, W. Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection. Springer. 2009.

- Kowalski, Wladyslaw. SARS Coronavirus UV Susceptibility. 2015.

- Saknimit M, Inatsuki I, Sugiyama Y, Yagami K. Virucidal efficacy of physico-chemical treatments against coronaviruses and parvoviruses of laboratory animals. *Jikken Dobutsu*. 1988. 37: 341-345.

- Tseng CC, Li CS. Inactivation of viruses on surfaces by ultraviolet germicidal irradiation. *J Occup Environ Hyg*. 2007. 4(6):400-405.

- Velavan TP, Meyer CG. The COVID-19 epidemic. *Trop Med Int Health*. 2020. 25(3):278-280.

- Walker CM, Ko G. Effect of ultraviolet germicidal irradiation on viral aerosols. *Environ Sci Technol*. 2007. 41: 5460-5465.

- Weiss M, Horzinek MC. Resistance of Berne virus to physical and chemical treatment. *Vet Microbiol.* 1986. 11:41-49.

- Zhou P, Yang XL, Wang XG, Hu B, Zhang L, Zhang W, Si HR, Zhu Y, Li B, Huang CL, Chen HD, Chen J, Luo Y, Guo H, Jiang RD, Liu MQ, Chen Y, Shen XR, Wang X, Zheng XS, Zhao K, Chen QJ, Deng F, Liu LL, Yan B, Zhan FX, Wang YY, Xiao GF, Shi ZL. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*. 2020. 579(7798):270-273.

ANEXO 1. INFORME DEL DR. FRANCISCO GUILLÉN GRIMA, CLÍNICA UNIVERSITARIA DE NAVARRA

Clínica Universidad de Navarra
Unidad de Medicina Preventiva

A DIRECCIÓN

n. ref. 97/16
s. ref.

ASUNTO: **Muestras de superficie**

Adjunto informe sobre el resultado de los cultivos de superficie tomados el día 9 de junio de 2016 en una habitación de hospitalización sin limpiar tras el alta de un paciente. Se toman muestras antes y después de la desinfección con torres de rayos UV.

Pamplona, 14 de junio de 2016.

Dr. Francisco Guillén Grima.

Clínica Universidad de Navarra
Unidad de Medicina Preventiva

Resultados de las muestras de superficie tomadas el 9 de junio de 2016 antes y después de la desinfección con torres de rayos UV en la habitación 442 sin limpiar tras el alta de un paciente:

Habitación 442	**ANTES ufc/placa**	**DESPUÉS ufc/placa**
Brazo cama	**2**	**0**
Brazo sillón	**24**	**0**
Mesilla de noche	**90**	**8**
Mesa	**34**	**0**

ANEXO 2. INFORME DEL DR. VICENTE ZANÓN VIGUER

Dr. Vicente Zanón Viguer
Especialista en Medicina Preventiva y SP
Asesor en Higiene Hospitalaria
Médico colegiado 4605988

Hemos realizado pruebas de eficacia biocida sobre superficies mediante acción de radiación UVC, utilizando dos torres de Asept2x de la empresa SANUVOX, que nos ha facilitado para estas pruebas su distribuidor en España ALFATEC.

Se han utilizado dos habitaciones, la A de unos 12m^2 y la B de unos 9m^2; sin haber realizado limpieza previa en ninguna de las dos.

En primer lugar se han efectuado 7 tomas de contacto con placas Rodac (4 en la habitación A y 3 en la habitación B) en diferentes superficies, con el fin de conocer la contaminación por gérmenes aerobios mesófilos. Algunas de las tomas se efectuaron en zonas que estaban tras algún mueble, con el fin de añadir un desafío a la acción directa de los UVC.

El tratamiento consistió en la exposición a la acción de la radiación de UVC durante 20 minutos (pruebas A - D, en la habitación A) o de 40 minutos (pruebas E - G, en la habitación B).

Tras el tratamiento se realizaron otras 7 tomas (4 en la habitación A y 3 en la habitación B) con placas Rodac, en puntos próximos a los de las tomas efectuadas antes de la exposición.

En la tabla 1 se muestra el resultado, tras cultivar a 37ºC las placas de Rodac, de las tomas practicadas en la habitación A. Los números indican el número de unidades formadoras de colonias (ufc) que aparecen en las placas.

TABLA 1

Placas contacto (ufc/placa) Exposición de 20m.			
Punto	preexposición	postexposición	reducción
A	7	1	85,7
B	44	3	93,2
C	1	0	100,0
D	95	0	100,0
TOTAL	**147**	**4**	**97,3**

Dr. Vicente Zanón Viguer
Especialista en Medicina Preventiva y SP
Asesor en Higiene Hospitalaria
Médico colegiado 4605988

Tras la exposición durante 20 minutos la reducción global de gérmenes fue del 97,3%, y en el 50% de los puntos se eliminó completamente la contaminación.

En la tabla 2 se muestra el resultado, tras cultivar a 37ºC las placas de Rodac, de las tomas practicadas en la habitación B. Los números indican el número de unidades formadoras de colonias (ufc) que aparecen en las placas.

TABLA 2

Placas contacto (ufc/placa) Exposición de 40m.			
Punto	preexposición	postexposición	reducción
E	52	1	98,1
F	1	0	100,0
G	24	0	100,0
TOTAL	**77**	**1**	**98,7**

Como se observa, tras la exposición durante 40 minutos la reducción global de gérmenes fue del 98,7%, y en el 66,7% de los puntos se eliminó completamente la contaminación. Estos resultados mejoran los conseguidos tras la exposición durante la mitad de tiempo.

En la habitación A se introdujeron 4 placas de Petri (agar-sangre) sembradas con inóculos de 4 gérmenes distintos (solución 0,5 del patrón de McFarland = 10^8) Se dispusieron en lugares alejados de las torres. En la tabla 3 mostramos los resultados tras 20minutos de exposición.

TABLA 3

Placas de Petri sembradas
(0,5 patrón McFarland)

Germen	**postexposición**
Escherichia coli	2
Escherichia coli BLEE	3
Enterococcus sp	0
Streptococcus agalactiae	1

Dr. Vicente Zanón Viguer
Especialista en Medicina Preventiva y SP
Asesor en Higiene Hospitalaria
Médico colegiado 4605988

CONCLUSIONES.

1º Las pruebas han evidenciado **un efecto biocida intenso**, tanto sobre la flora aerobia mesófila, como en gérmenes patógenos hospitalarios.

2º Duplicar el tiempo de exposición no mejora sustancialmente los resultados, por lo que consideramos que el **tiempo de exposición de 20 minutos** es **suficiente**.

3º No presenta problemas de demoras por la espera de recuperación del local tratado, ya que se **puede recuperar inmediatamente** tras el tratamiento.

4º **No presenta toxicidad**.

5º Su **funcionamiento** es **sencillo** y automatizado.

Dr. Vicente Zanón Viguer
Colegiado nº 4605988

ANEXO 3. INFORME SANUVOX

SANUVOX
PURIFYING AIR AT THE SPEED OF LIGHT™

Sanuvox Technologies Inc.
146 Barr.
St-Laurent, Qc.,
H4T 1Y4

p. 1.888.726.8869
f. 1.888.582.6475
e. info@sanuvox.com

June 30th 2020,

Object: ASEPT.2X disinfection efficiency against SARS-CoV-2 virus

This letter is to confirm that based on specific test data performed in a P3 level lab, the ASEPT.2X disinfection unit provides at least 99.99% disinfection of SARS-CoV-2 in less than 2 minutes of exposure time within a radius of 3 meters around the unit. This allows a single ASEPT.2X to disinfect a room of 6m x 6m in 2 minutes.

Validations with UVC dosimeter indicators sensitive to 254 nm wavelength has also shown that for a disinfection cycle time of 5 minutes, the reach for the same disinfection level of 4 log extends up to a radius of 5.5 meters. Consequently, all exposed surfaces of a 11 m x 11m room can be effectively disinfected with a 5 minutes operating cycle. All the air inside the room also gets the same disinfection level.

Germicidal UV disinfection uses no chemicals and leaves no harmful residuals behind so that the disinfected room can be accessed immediately after.

For further information, please do not hesitate to email Sanuvox Technologies at www.sanuvox.com

Best regards,

Dr. Normand Brais, *P. Eng, M.A.Sc., Ph.D.*
VP Engineering & Founder