

# Evaluación del uso de luz UV como alternativa para la descontaminación de equipos odontológicos

## Evaluation of the use of UV light as an alternative for the decontamination of dental equipment

Daniel Ricardo Delgado<sup>1\*</sup>, Claudia Patricia Ortiz<sup>2</sup>, Henry Rubiano Daza<sup>3</sup>, Martha Johanna Arias Mendoza<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones GRIAUCC Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia-Sede Neiva,

<sup>2</sup> Grupo de Investigaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo – FET programa de Administración de la Salud Ocupacional, Fundación Escuela Tecnológica de Neiva - Jesús Oviedo Pérez,

<sup>3</sup> Grupo de Investigaciones CONDEHUILA, Universidad Cooperativa de Colombia-Sede Neiva, Grupo de Investigaciones Grupo de Salud Oral, Programa de Odontología Universidad Antonio Nariño Sede Buganviles

<sup>1</sup>danielr.delgado@campusucc.edu.co, <sup>2</sup>claudia\_ortizde@fet.edu.co, <sup>3</sup>henry.rubiano@ucc.edu.co, <sup>4</sup>marthaa@uan.edu.co

**Resumen**– Se evalúa la capacidad de un dispositivo portátil comercialmente disponible que emite luz ultravioleta (UV) para desinfectar superficies rugosas. Se analizaron ocho especies bacterianas, incluyendo el ribotipo 027 de *Clostridium difficile* y otras tres especies formadoras de esporas. Incluso las esporas bacterianas podrían inactivarse con éxito a los pocos segundos de la irradiación. La luz ultravioleta puede proporcionar una alternativa para la descontaminación de equipos odontológicos, que no se pueden tratar de otra manera.

**Palabras claves**– UV, Desinfección de superficies, equipos odontológicos, cinética de muerte bacteriana.

**Abstract**– We evaluated the capability of a commercially available hand-held device that emits ultraviolet (UV) light to disinfect plain surfaces. Eight bacterial species were tested, including *Clostridium difficile* ribotype 027 and 3 other spore-forming species. Even bacterial spores could be successfully inactivated within a few seconds of irradiation. UV light may provide an alternative for the decontamination of dental equipment, that cannot be treated otherwise

**Keywords**– UV, Surface disinfection, dental equipment, kinetics of bacterial death

### 1. Introducción

La desinfección dirigida de la superficie es una medida clave de control de infecciones[1]. Por lo general, la descontaminación de las superficies se realiza limpiando la superficie con algún tipo de agente desinfectante o, en el caso de dispositivos auxiliares, sumergiendo todo el producto en una solución desinfectante. En todos estos casos, el éxito de la desinfección de la superficie depende principalmente del tipo de patógeno, el tipo y la concentración de las sustancias químicas activas, y la duración total del proceso de desinfección [2].

En la práctica odontológica algunos equipos eléctricos usados directamente sobre el paciente que con frecuencia se tocan y pueden estar muy contaminados y servir como un elemento / superficie adicional de

relevancia en el control de infecciones. [3][4]El uso de desinfectantes líquidos en un equipo eléctrico puede ocasionar la pérdida de la protección de la garantía, mientras que sumergirlo en fluidos probablemente lo destruirá. Por lo tanto, se necesitan nuevas técnicas para descontaminar estos dispositivos.

Algunos método de desinfección utilizados en odontología, específicamente en la desinfección de piezas de mano son el autoclave, sin embargo este método presenta dos inconvenientes entre las cuales se encuentra el que algunas superficies corrugadas o entrantes profundas no se esterilizarán adecuadamente [5]. Una solución alternativa es emplear vapor sobrecalentado [6], sin embargo al igual que el autoclave además de no garantizar una adecuada desinfección, puede causar daños a los equipos. Otra solución que

presentan algunos frente a la problemática de no garantizar la una adecuada desinfección del las herramientas es el empleo de materiales para un solo uso [7], lo que es inviable para piezas de mano de alto costo.

La irradiación ultravioleta (UV), que inactiva los microorganismos mediante la formación de dímeros de ADN/ARN, se usa ampliamente para la descontaminación de gabinetes de seguridad, para la descontaminación del agua y en la industria de procesamiento de alimentos[8], además de elementos corrugados de uso médico[9]. Este estudio evaluó la capacidad de un nuevo dispositivo de mano UV para proporcionar la descontaminación de la superficie.

## 2. Metodología

### 2.1 Bombilla

Se utilizó una lámpara de Repuesto de Uv-c Germguardian Lb5000 Ac5000. Esta bombilla de luz emite principalmente luz UV-C (Ultravioleta de onda corta) a una longitud de onda de aproximadamente 265 nm y produce una irradiancia de 6 W/cm<sup>2</sup> a una distancia de 12,5 mm.

### 2.2 Cepas Bacterianas.

Se probaron las siguientes especies: esporas de *Geobacillus stearothermophilus* (ATCC7953), *Bacillus pumilus* (ATCC27142), *Bacillus atrophaeus* (ATCC9372) y *Clostridium difficile* ribotype 027 (NCTC13366), y células vegetativas de *Staphylococcus aureus* (ATCC29213), *Enterococcus faecium* (ATCC19434), *Escherichia coli* (ATCC25922) y *Acinetobacter baumannii* (ATCC19606).

### 2.3 Preparación de los microorganismos de prueba.

Se produjo una suspensión de esporas bacterianas de *G. stearothermophilus*, *B. pumilus* y *B. atrophaeus* agitando continuamente las muestras que contienen esporas disponibles comercialmente para la prueba de esterilidad de autoclaves (BAG Healthcare, Lich, Alemania) en 9 ml de caldo de soja triptico estéril durante 1 minuto. Una suspensión que contiene esporas de *C. difficile* fue preparada y almacenada a 4° C hasta su uso posterior, y finalmente diluida en una solución de NaCl al 0,9%.

Se cultivaron cultivos frescos de una noche de todas las demás especies, y las colonias se suspendieron en solución estéril de NaCl al 0,9%. Las diluciones en serie

de las suspensiones de todos los organismos de ensayo se prepararon, de manera que se obtuvieran la mayor cantidad de colonias separadas en un medio sólido con una superficie de 56,7 cm<sup>2</sup>

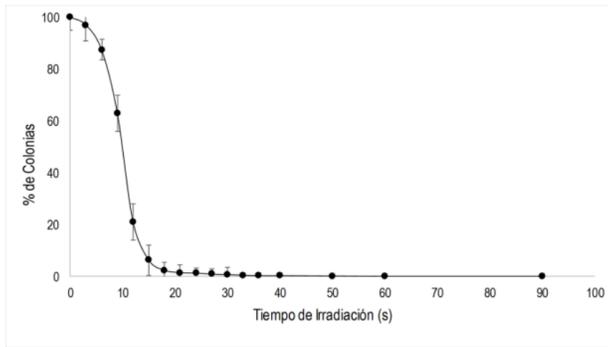
### 2.4 Irradiación de organismos de prueba.

La radiación UV-C Continua se aplicó a través de una abertura de 35 cm<sup>2</sup> a una distancia de 10 cm para diversos intervalos (0-90 segundos). *C. difficile* se cultivó durante 48 horas a 36 °C en condiciones anaeróbicas en agar selectivo de *Clostridium difficile* de Brazier (Oxoid, Wesel, Alemania), lo que mejora la transformación de las esporas en formas de células vegetativas. Las otras especies se cultivaron en agar de sangre de oveja Columbia al 5% (BD, Heidelberg, Alemania) durante 24 horas a 36 °C en condiciones aeróbicas, a excepción de *G. stearothermophilus*, que se cultivó durante 24 horas a 56 °C

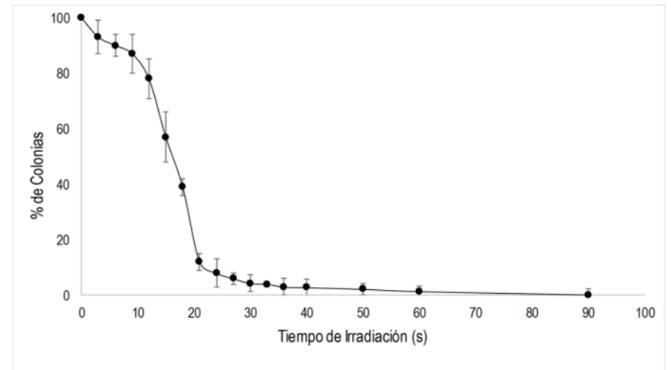
La radiación UV-C Continua se aplicó a través de una abertura de 35 cm<sup>2</sup> a una distancia de 10 cm para diversos intervalos (0-90 segundos). *C. difficile* se cultivó durante 48 horas a 36 °C en condiciones anaeróbicas en agar selectivo de *Clostridium difficile* de Brazier (Oxoid, Wesel, Alemania), lo que mejora la transformación de las esporas en formas de células vegetativas. Las otras especies se cultivaron en agar de sangre de oveja Columbia al 5% (BD, Heidelberg, Alemania) durante 24 horas a 36 °C en condiciones aeróbicas, a excepción de *G. stearothermophilus*, que se cultivó durante 24 horas a 56 °C

## 3. Resultados

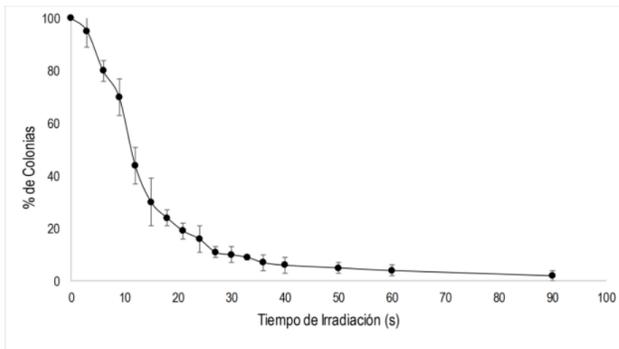
La Figura 1 muestra la cinética de muerte de las esporas bacterianas y las formas viables de bacterias bajo la influencia de la luz UV a lo largo del tiempo. Se logró una reducción mínima del 90% de organismos viables en 40 segundos para las 4 especies de esporas (Fig 1-4). Por el contrario, la inactivación total reproducible (100%) de las 4 especies que no producen esporas se produjo en menos de 5 segundos ( Fig 5-6)



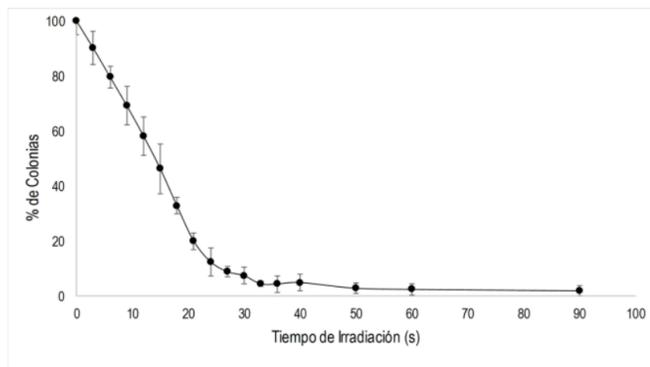
**Figura 1.** Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *G. stearothermophilus*



**Figura 4.** Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *C. difficile*.



**Figura 2.** Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *B. pumilus*.



**Figura 3.** Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *B. pumilus*.

Existe la necesidad de una descontaminación apropiada de productos principalmente odontológicos que se usan en la práctica clínica diaria. Las superficies de los dispositivos eléctricos representan un desafío bastante nuevo en el control de infecciones, y se han informado brotes nosocomiales relacionados con equipos eléctricos y electrónico[3][10]. Por lo dichas superficies para evitar la propagación de patógenos dentro de la clínica odontológica.

Junto con la eliminación exitosa de patógenos nosocomiales relevantes en principio, la distancia y el tiempo de aplicación de la luz ultravioleta a la superficie también deberían ser practicable para la práctica clínica de rutina diaria. Katara *et al*, recientemente demostraron que los tubos UV germicidas que cuelgan del área central del techo de una habitación de hospital pueden ser eficientes para desinfectar toda la habitación del paciente cuando emiten luz UV a una distancia de 2,44 m durante un tiempo de exposición de 30 minutos [11]

La distancia de 10 cm elegida para nuestros experimentos y la movilidad del dispositivo utilizado pueden reflejar mejor la situación real en la sala. Encontramos una reducción significativa de la carga bacteriana, incluidas las esporas, en pocos segundos a esta distancia.

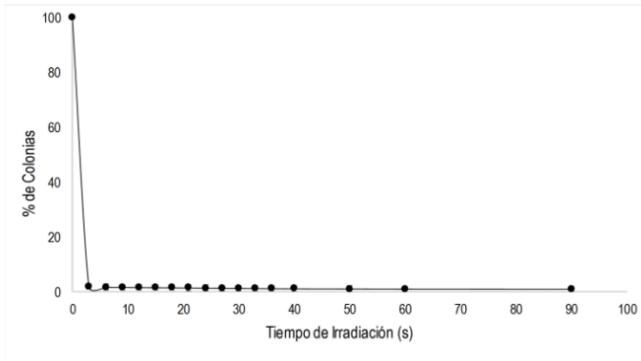


Figura 5. Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *S aureus*.

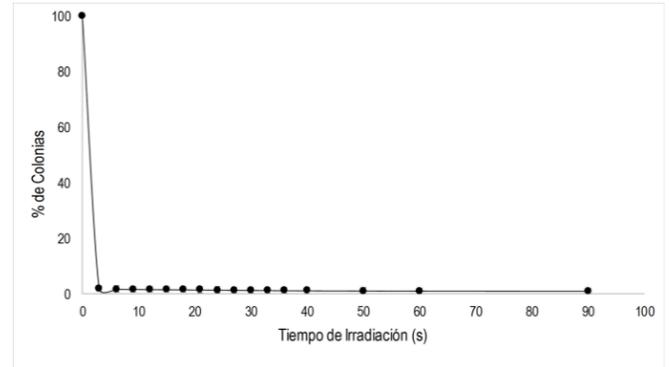


Figura 8. Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *A baumannii*.

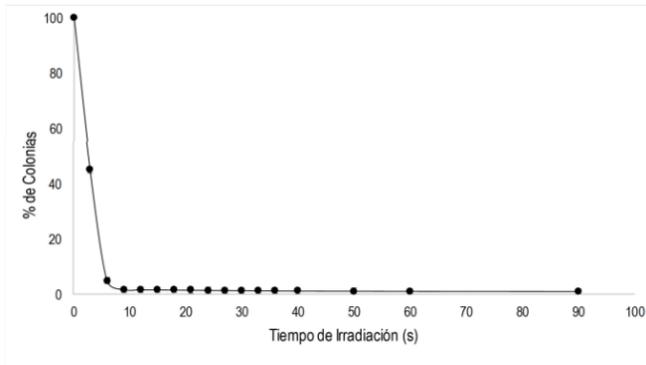


Figura 6. Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *S aureus*.

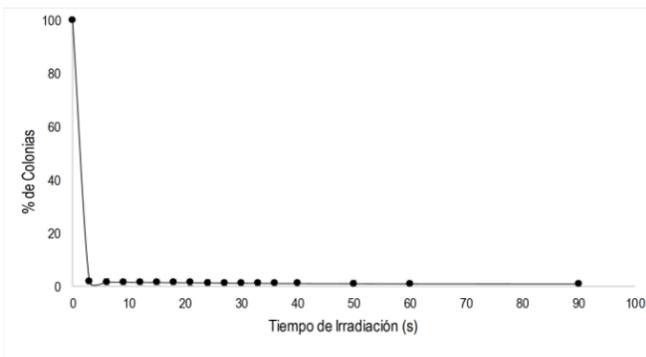


Figura 7. Cinética de la muerte bajo la influencia de la luz UV-C de *E coli*.

En nuestra opinión, un problema importante en este contexto es *C difficile*. La incidencia de infecciones asociadas con *C. difficile* continúa aumentando, y la carga clínica y económica de estas infecciones ya es enorme [12]. Los pacientes con infección por *C. difficile* excretan una gran cantidad de bacterias y esporas viables. Verity *at al.* demostró por muestreo ambiental que la habitación de un paciente infectado puede permanecer fuertemente contaminada durante semanas si no se llevan a cabo las medidas de desinfección adecuadas [12][13]. Se podría suponer que un dispositivo electrónico probablemente entrará en contacto con esporas en un área tan altamente contaminada. Sin embargo, los datos muestran que las esporas de *C difficile* también puede ser inactivado con éxito por irradiación de luz UV.

Algunas limitaciones del enfoque planteado en la presente investigación deben tenerse en cuenta es que no se sabe si el dispositivo electrónico puede dañarse por múltiples exposiciones a la luz UV. Además, los problemas de seguridad para la salud humana deben ser contabilizados e investigados, incluyendo, entre otros, posibles irritaciones de la piel y los ojos o incluso daños por la luz ultravioleta, así como la inhalación de ozono que puede producirse durante el proceso de desinfección [14].

#### 4. Conclusiones

En la actualidad, parece que la aplicación de luz UV-C con un dispositivo de mano puede ser una alternativa razonable para la desinfección de superficies planas que no se pueden desinfectar con seguridad utilizando productos químicos estándar en la práctica diaria habitual. La confiabilidad, practicabilidad, seguridad y costo-efectividad de esta técnica requieren una mayor

investigación para proporcionar datos relevantes a la inmunidad de control de infección. los otros artículos que fueron aprobados, pero no publicados en el actual número estarán en el estatus de *espera* hasta el próximo número.

## 5. Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección Nacional de Investigación y al Comité Nacional de Desarrollo de la Investigación de la Universidad Cooperativa de Colombia, por la financiación del Proyecto "Evaluación de modelos matemáticos para la estimación de la solubilidad de algunas sustancias para la industria farmacéutica y alimentaria en diferentes sistemas codisolventes con ID 1863 "

## 6. Referencias

- [1] J. A. Otter, S. Yezli, and G. L. French, "The Role Played by Contaminated Surfaces in the Transmission of Nosocomial Pathogens," *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, vol. 32, no. 07, pp. 687–699, Jul. 2011.
- [2] J. Gebel et al., "The role of surface disinfection in infection prevention," *GMS Hyg. Infect. Control*, vol. 8, no. 1, p. Doc10, 2013.
- [3] K. Akinyemi, A. Atapu, ... O. A.-T. J. of I. in, and undefined 2009, "The potential role of mobile phones in the spread of bacterial infections," *jidc.org*.
- [4] M. Lou Manning, J. Davis, E. Spamon, and R. M. Ballard, "iPads, droids, and bugs: Infection prevention for mobile handheld devices at the point of care," *Am. J. Infect. Control*, vol. 41, no. 11, pp. 1073–1076, Nov. 2013.
- [5] N. . Weightman and L. . Lines, "Problems with the decontamination of dental handpieces and other intra-oral dental equipment in hospitals," *J. Hosp. Infect.*, vol. 56, no. 1, pp. 1–5, Jan. 2004.
- [6] S. Winter, A. Smith, D. Lappin, G. McDonagh, and B. Kirk, "Failure of non-vacuum steam sterilization processes for dental handpieces," *J. Hosp. Infect.*, vol. 97, no. 4, pp. 343–347, Dec. 2017.
- [7] A. Smith, "Decontamination in primary care: dental and hospital perspectives," in *Decontamination in Hospitals and Healthcare*, Elsevier, 2014, pp. 115–141.
- [8] T. D. Cutler and J. J. Zimmerman, "Ultraviolet irradiation and the mechanisms underlying its inactivation of infectious agents," *Anim. Heal. Res. Rev.*, vol. 12, no. 01, pp. 15–23, Jun. 2011.
- [9] M. S. Lopes, J. R. F. Ferreira, K. B. da Silva, I. de Oliveira Bacelar Simplicio, C. J. de Lima, and A. B. Fernandes, "Disinfection of corrugated tubing by ozone and ultrasound in mechanically ventilated tracheostomized patients," *J. Hosp. Infect.*, vol. 90, no. 4, pp. 304–309, Aug. 2015.
- [10] A. Borer et al., "Cell phones and *Acinetobacter* transmission," *Emerg. Infect. Dis.*, vol. 11, no. 7, pp. 1160–1, Jul. 2005.
- [11] G. Katara, N. Hemvani, S. Chitnis, V. Chitnis, and D. S. Chitnis, "Surface disinfection by exposure to germicidal UV light," *Indian J. Med. Microbiol.*, vol. 26, no. 3, pp. 241–2.
- [12] M. P. Bauer et al., "Clostridium difficile infection in Europe: a hospital-based survey," *Lancet*, vol. 377, no. 9759, pp. 63–73, Jan. 2011.
- [13] P. Verity, M. H. Wilcox, W. Fawley, and P. Parnell, "Prospective evaluation of environmental contamination by Clostridium difficile in isolation side rooms," *J. Hosp. Infect.*, vol. 49, no. 3, pp. 204–209, Nov. 2001.
- [14] N. Christofi et al., "UV treatment of microorganisms on artificially-contaminated surfaces using excimer and microwave UV lamps," *Chemosphere*, vol. 73, no. 5, pp. 717–722, Oct. 2008.