

# Evidencia científica disponible sobre los efectos que ejercen los rayos ultravioleta tipo C sobre microorganismos intrahospitalarios. Revisión sistemática.



**Dr. Kevin Virgilio Morales Chamorro**

Kevin.chamorro8@ieee.org | Kevin.chamorro8@gmail.com Celular: +50586416550 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0091-692X>  
Facultad de ciencias médicas, Universidad Católica, Nicaragua



## 1. Resumen

Las IAAS actualmente es uno de los mayores problemas de salud pública y encontrar un medio de desinfección es una prioridad, el surgimiento de la radiación ultravioleta para inactivar microorganismos hospitalarios, por lo tal es de importancia evaluar su efectividad para futuras intervenciones.

Esta revisión sistemática de tipo pronóstico con objetivo de ser utilizada para soporte en investigaciones experimentales, se usaron motores de búsqueda en bases de datos por tesauros MeSH con sus operadores booleanos, se empleó los métodos de revisión de PRISMA, STROBE y se incluyeron solo los con obtuvieron puntaje máximo en estudios transversales y analíticos y de revisiones sistemáticas que contenían el uso de los rayos UVC en microorganismos intrahospitalarios en los últimos 5 años, se realizó los métodos de GRADE para medir el grado de evidencia científica de los 14 artículos que cumplieron con todos los criterios de inclusión, obteniendo resultados que los rayos UVC de 254 nm mostraron efectividad significativa del 33% a 100% en microorganismos intrahospitalarios, siendo los más comunes *S. aureus*, *E. faecalis*, *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp. En conclusión este tipo de métodos es prometedor utilizarlo a gran escala en países donde los medios convencionales de desinfección y esterilización no han sido suficiente para erradicar la propagación.

## 2. Objetivos

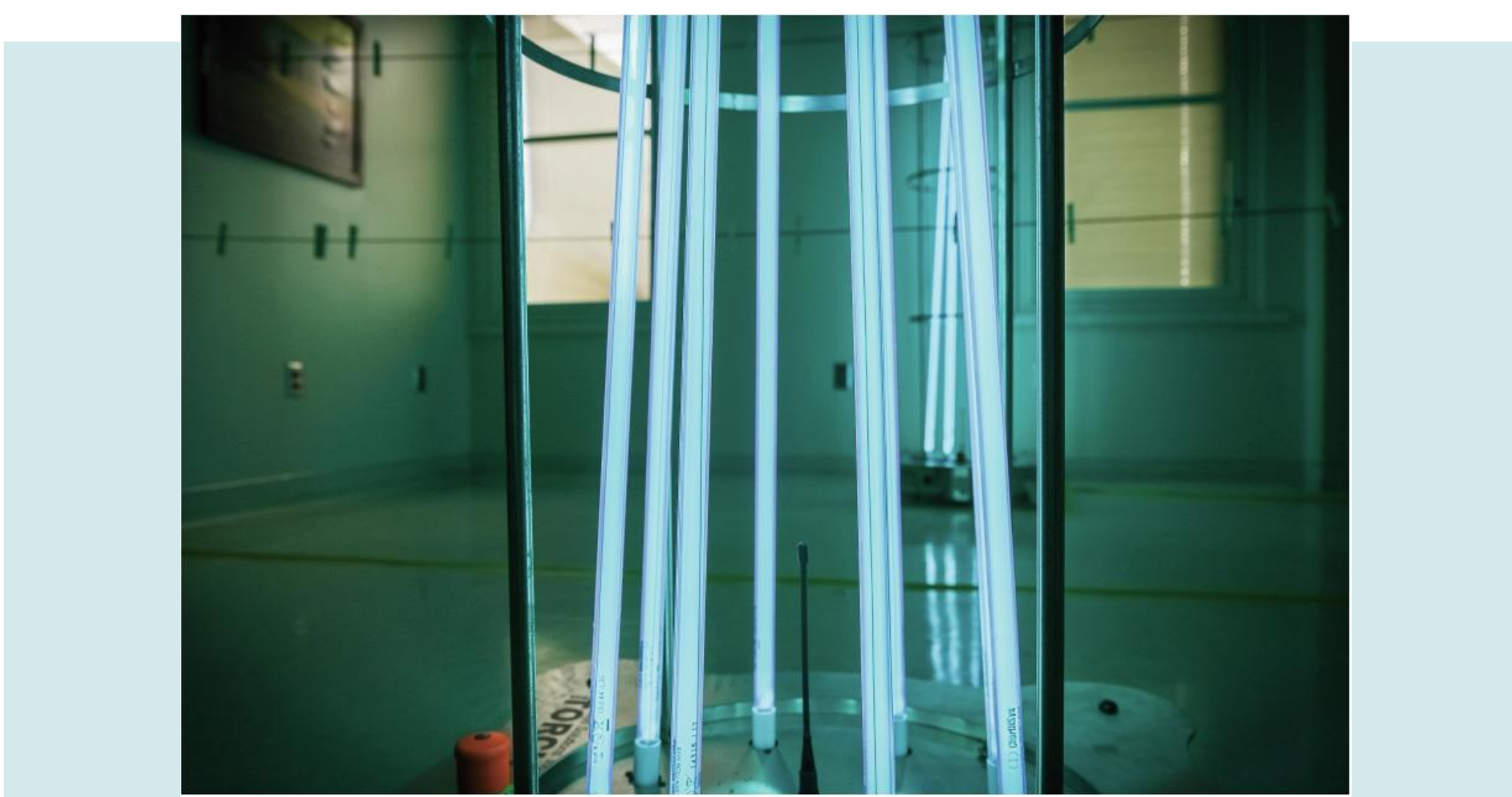
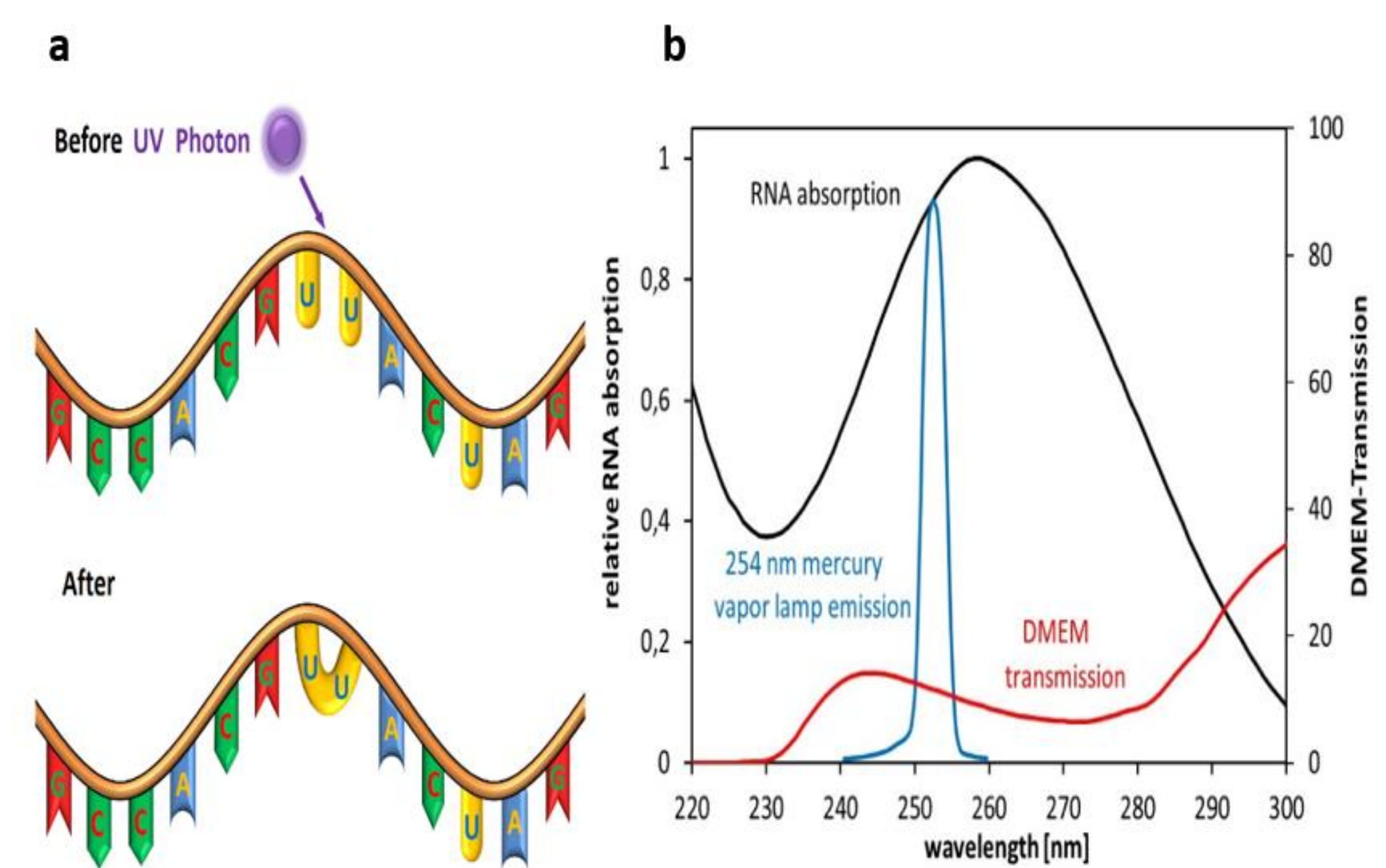
### [Objetivo General]

Sistematizar la evidencia científica disponible respecto a los efectos que ejercen los rayos ultravioletas tipo C sobre microorganismos intrahospitalarios, para utilizarla como referencia en investigaciones experimentales.

### [Objetivos específicos]

Identificar los efectos que ejercen los rayos ultravioletas tipo C sobre microorganismos intrahospitalarios.

Analizar cualitativamente la evidencia científica disponible sobre los efectos que ejercen los rayos ultravioletas tipo C sobre microorganismos hospitalarios



## 3. Metodología

Tipo de estudio

Revisión sistemática de pronóstico con enfoque cualitativo.

Criterios de elegibilidad

Selección de estudios mediante el establecimiento de criterios de inclusión y de exclusión.

Criterios de inclusión

- Estudios que contienen los efectos de los rayos UVC sobre microorganismos intrahospitalarios.

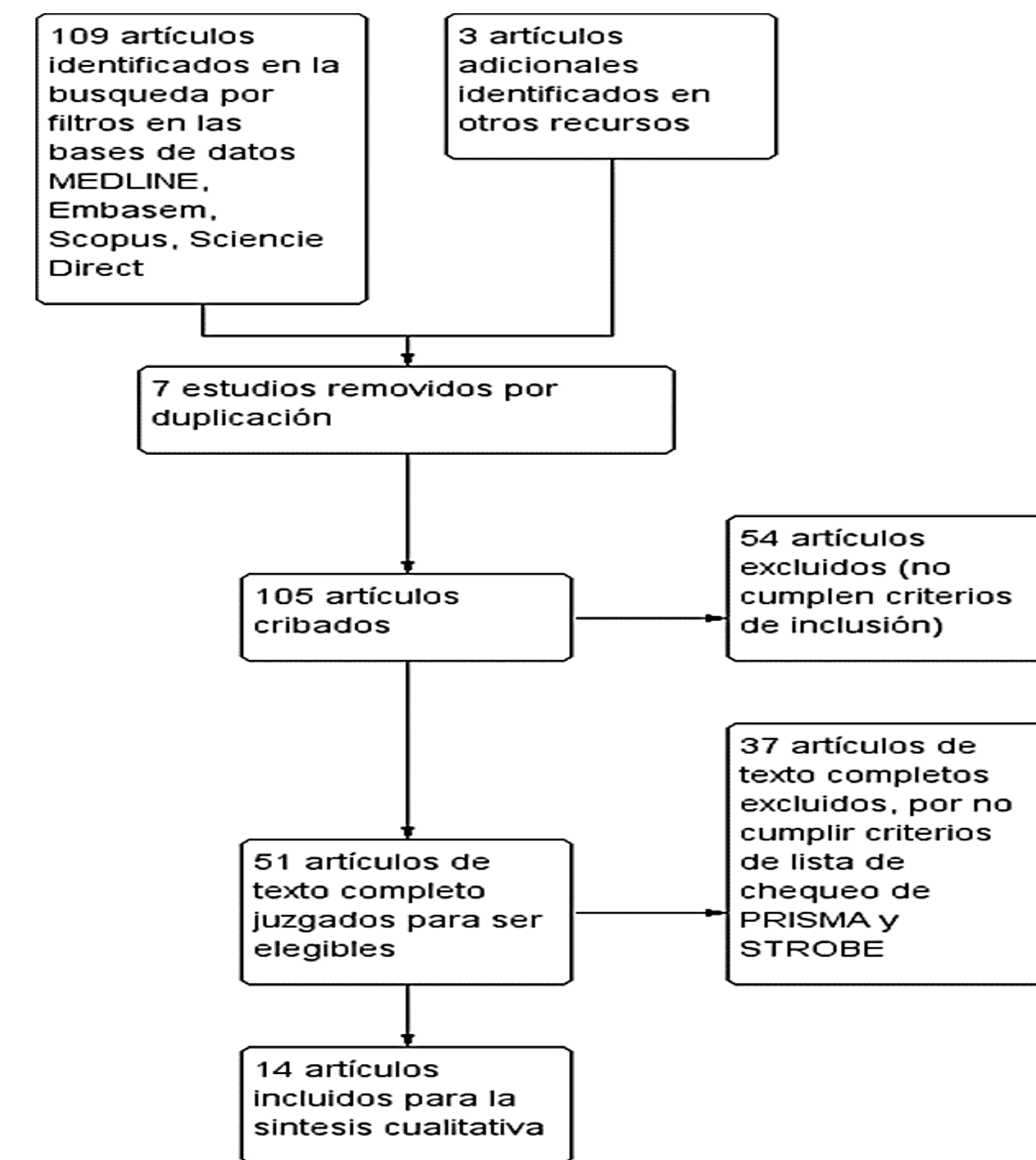
- Investigaciones de tipo observacional, transversal, analíticas (caso y control, cohortes), y descriptivas sobre efectos de los UVC sobre microorganismos.

- Estudios que relacionen los UV con esterilización.

- Estudios que cumplan la puntuación máxima de STROBE, PRISMA

- Estudios de acceso abierto y por suscripción

Diagrama de flujo de selección de artículos



Se uso el metabuscador: [PubMed.gov](http://pubmed.gov), con las bases de datos de Medline, [Scopus](http://scopus.com), [ScienceDirect](http://sciencedirect.com)

Se hizo los comparativos de términos MeSH y DeCS

| Comparativos de Tesauros utilizados para la búsqueda bibliográfica |   |   |
|--|---|---|
| Palabras Claves  | DeSC  | MeSH  |
| UVC, Rayos Ultravioletas   | "Ultraviolet Rays"  | "Ultraviolet Rays"  |
| Microorganismos intrahospitalarios, patógenos, nosocomiales        | "Environmental Microbiology" "Bacteria", "Viruses", "Fungi", "Parasite" | "Environmental Microbiology" "Bacteria", "Viruses", "Fungi", "Parasite" |

Luego se busco a través de los operadores booleanos: ((ultraviolet ray[MeSH Terms] AND (environmental microbiology[MeSH Terms]) NOT (plants[MeSH Terms]))

Y se selecciono los artículos con siguientes características:

- Límites de la estrategia de búsquedas aplicada en la base de datos:
- Estudios realizados en microorganismos
- Publicaciones en idioma inglés y español
- Publicaciones del 2015 al 2020
- Artículos completos

Con el período de búsqueda de: Realizada entre el 13 de julio y el 23 de septiembre del 2020. Se utilizo las herramientas de evaluación metodológica como PRISMA y STROBE, métodos de revisión de evidencia científica como [GRADEpro](http://www.gradepro.org) [GDT](http://www.gdt.org)

## 4. Resultados

| N° de estudios   | Certainty assessment     |                                |                     |                     |               |  | Impact  | Certainty     | Importancia |
|--|--------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|--|---|---------------|-------------|
|  | Diseño de estudio        | Riesgo de sesgo                | Inconsistencia      | Evidencia indirecta | Imprecisión   | Otras consideraciones                          |   |               |             |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de CFU) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 3  | estudios observacionales | no es serio 1.2.3.a            | no es serio 1.2.3.a | no es serio 1.2.3.a | no es serio a | fuerza asociación gradiente de dosis-respuesta | La reducción de los microorganismos fue del 42% aprox. en total, con IC 95%                           | ⊕⊕⊕⊕ ALTA     | IMPORTANTE  |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de CFU) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 1  | estudios observacionales | no es serio 4.a                | no es serio a       | serio b             | no es serio   | ninguno  | La reducción de los microorganismos fue del 50%-99% con IC 95%  | ⊕⊕⊕⊕ MODERADO | IMPORTANTE  |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de CFU) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 2  | estudios observacionales | no es serio 5.B                | no es serio         | no es serio         | serio c       | ninguno  | La reducción de los microorganismos fue de 78.4%-92% con IC 95%                                       | ⊕⊕⊕⊕ MODERADO | IMPORTANTE  |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de CFU) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 1  | estudios observacionales | no es serio 7                  | no es serio         | no es serio         | no es serio   | ninguno  | La reducción de los microorganismos fue de 35.2%-97% con IC 95%                                       | ⊕⊕⊕⊕ ALTA     | IMPORTANTE  |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de CFU) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 1  | estudios observacionales | no es serio 8                  | no es serio         | no es serio         | no es serio   | ninguno  | La reducción de los microorganismos fue de 94.04% con IC 95%  | ⊕⊕⊕⊕ ALTA     | IMPORTANTE  |
| Inactivación de microorganismos (evaluado con : Recuento de log) |                          |                                |                     |                     |               |  |   |               |             |
| 6  | estudios observacionales | no es serio 9.10.11.12.13.14.a | no es serio         | no es serio         | no es serio   | ninguno  | Las reducciones de hasta 6 log con 3mJ/cm2 a 40 mJ/cm2 con exposiciones de 15 a 45 minutos con IC 95% | ⊕⊕⊕⊕ ALTA     | IMPORTANTE  |

| N° Artículo | Microorganismo   | Reducción de CFU o Log | Tiempo de exposición   | Longitud de onda | Intensidad                            | Superficie                                  |
|-------------|--|------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|---|
| 1           | <i>S. aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Staphylococcus coagulasa negativa</i> , <i>Bacillus cereus</i>  | 90-99%                 | 2 ciclos de 30 seg     | 254 nm           | 12 W                                  | Hemocultivos                                |
| 2           | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>  | 79.93-86.30%           | 1 ciclo de 5 a 15 min  | 254 nm           | 4 mW/cm²                              | Celulas de personal medico                  |
| 3           | <i>MRSA</i> , <i>Candida</i> spp., <i>Clostridium difficile</i>  | 97-100%                | 1 ciclo de 3 a 5 min   | 254 nm           | N/E                                   | Camas y pisos                               |
| 4           | <i>MRSA</i> y <i>VRE</i>   | 33-46%                 | 24 horas               | 254 nm           | 15 W                                  | Camas                                       |
| 5           | <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp., <i>VRE</i> , <i>MRSA</i> , <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Pasteurella</i> spp., <i>Klebsiella</i> spp., <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Enterobacter</i> spp.,                         | 99.2-99.6%             | 1 ciclo de 6 a 10 min  | 254 nm           | 60 μW/cm²                             | Teclado de computadora s de personal médico |
| 6           | <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Clostridium difficile</i> , bacterias de aerosoles   | 82%                    | 1 ciclo de 5 a 10 min  | 254 nm           | N/E                                   | Camas                                       |
| 7           | <i>MRSA</i> , <i>VRE</i> , <i>CPE</i> , <i>Aeróbicos</i> , <i>Acinetobacter multidrogo-resistente</i>  | 78%                    | 1 a 3 ciclos de 5 min  | 254 nm           | N/E                                   | Camas, mesas, inodoro, baño, regadera       |
| 8           | <i>Aeróbicos</i> y <i>anaeróbicos</i>  | 95-97%                 | 1 ciclo de 5 min       | 254 nm           | N/E                                   | Baño  |
| 9           | <i>SARS-COV1</i> , <i>H1N1</i> , <i>yH5N1</i>  | 100%                   | 1 ciclo de 15 min      | 254 nm           | 4.016 W/cm²                           | Cultivos                                    |
| 10          | <i>Ebola virus</i> , <i>Coronavirus</i>  | 100%                   | 1 ciclo de 15 a 30 min | 254 nm           | 100 μW/cm²                            | Mascarillas de personal médico              |
| 11          | <i>Influenza virus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>H1N1</i> , <i>H7N9 A/Shanghai/172013</i> , <i>MERS-COV2</i> , <i>SARS-COV1</i> , <i>SARS-COV2</i>   | 100%                   | 1 ciclo de 15 a 30 min | 254 nm           | 1.6 μW/cm² a 2.2 mW/cm² y 15 W a 40 W | Cultivos                                    |
| 12          | <i>SARS-COV urbano</i> , <i>Bovine coronavirus</i> , <i>MERS-COV</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Candida</i> spp., <i>TGEV</i> , <i>MHV-A59</i> , <i>HCoV229E</i> , <i>HCoVOC43</i> , <i>PEDV</i> | 100%                   | NE                     | 254 nm           | 1.84 mW/cm²                           | Cultivos                                    |

## 5. Conclusiones

Se ha identificado la evidencia científica de los efectos de los rayos UVC a través de los estudios evaluados, en esterilización de salas de hospitales, en instrumentos de contacto con reducciones significativas de Log y unidades formadoras de colonias debido a la inactivación por radiación a los virus, bacterias y levaduras.

La longitud de onda de los rayos UVC homogénea en los 14 estudios evaluados es de 254 nm, lo que demuestra su efectividad y al ser la más estudiada resulta ser prometedora para la utilización en hospitales y en lugares de espacios públicos.

Las distancias cortas menores de 200 cm desde las lámparas UVC hacia los microorganismos son más eficaces en comparación a distancias mayores de 300 cm para ejercer su efecto desinfectante.

Los microorganismos que se eliminan más fácilmente son: *S. aureus*, *E. faecalis*, *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., *Staphylococcus coagulasa negativa*, *Bacillus cereus*, *MRSA*, *Candida* spp., *Clostridium difficile*, *E. coli*, aeróbicos y anaeróbicos, según los estudios esto es relativo a la distancia y al tiempo, como distancia mínima en la exposición de estos microorganismos fue de 91.44 cm y la distancia máxima fue de 150 cm con un tiempo mínimo de 5 minutos se eliminaron más del 95%.

Los microorganismos multidrogo-resistente y su eliminación máxima fue de 78% y sobre virus en aerosoles hasta el 100%, cifras que son muy prometedoras para su implementación práctica del uso de esta tecnología de rayos UVC y para eliminar patógenos en los hospitales en Nicaragua y Latinoamérica.

Los estudios fueron heterogéneos en las variables por lo cual los resultados obtenidos fueron significativos y de gran calidad científica según GRADE de moderada a alta.

## 6. Referencia

Casini, B., Tuvo, B., Cristina, M. L., Spagnolo, A. M., Totaro, M., Baggiani, A., & Privitera, G. P. (2019). Evaluation of an ultraviolet C (UVC) light-emitting device for disinfection of high touch surfaces in hospital critical areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193572>

Ethington, T., Newsome, S., Waugh, J., & Lee, L. D. (2018). Cleaning the air with ultraviolet germicidal irradiation lessened contact infections in a long-term acute care hospital. *American Journal of Infection Control*. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.11.008>

Ghorbal, S. K. Ben, Chourabi, K., Maalej, L., Ammar, A. Ben, Ouzari, H. I., Hassen, A., Jaafoura, H., & Chatti, A. (2019). *Pseudomonas aeruginosa* swarmer cells adaptation toward UVC radiations. *Frontiers in Microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00556>

Malhotra, S., Wlodarczyk, J., Kuo, C., Ngo, C., Glucoft, M., Sumulong, I., Smit, M. A., & Bender, J. M. (2020). Shining a light on the pathogenicity of health care providers' mobile phones: Use of a novel ultraviolet-C wave disinfection device. *American Journal of Infection Control*. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.040>

Mustapha, A., Alhmidy, H., Cadnum, J. L., Jenson, A. L., & Donskey, C. J. (2018). Efficacy of manual cleaning and an ultraviolet C room decontamination device in reducing health care-associated pathogens on hospital floors. *American Journal of Infection Control*. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.10.025>

## Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mis padres, docentes y a mi novia por creer en mi y apoyarme en cumplir mis sueños para el bien de la humanidad, igualmente al PARLACEN por hacer posible a través de sus fondos llevar a cabo este estudio y su futura continuación.