

Desinfección con lámpara UVC usando robot móvil omnidireccional.

Disinfection with UVC lamp using omnidirectional mobile robot.

Álvaro Hernández Sol (1).
Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez.
alvaro.hs@tuxtla.tecnm.mx.

Simeí Ibar José de la Cruz* (2). Estudiante del Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez.
L19270675@tuxtla.tecnm.mx.

Raúl Moreno Rincón (3). Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez, raull.mr@tuxtla.tecnm.mx.

Aldo Esteban Aguilar Castillejos (4). Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez,
aldo.ac@tuxtla.tecnm.mx.

Rubén Herrera Galicia (5). Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez, ruben.hg@tuxtla.tecnm.mx.

*corresponding author.

Artículo recibido en noviembre 17, 2025; aceptado en diciembre 18, 2025.

Resumen.

Este artículo presenta el proceso utilizado en la desinfección de espacios cerrados mediante el robot móvil omnidireccional "LUMUSVOT". Se programó en el robot las rutinas necesarias para realizar la desinfección en áreas de baja, media y alta contaminación con patógenos activos (Bacterias, Virus y hongos). El prototipo de robot móvil presenta como ventaja principal una estructura mecánica sólida y eficiente para manejar de manera segura una lámpara UVC de 40W. Las pruebas de desinfección se llevaron a cabo en negocios, consultorios médicos, laboratorios clínicos y salones de escuelas tanto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal, San Fernando y Ocozacoautla.

Palabras claves: Bacterias, desinfección, hongos, lámpara UVC, omnidireccional, virus.

Abstract.

This article presents the process used for disinfecting enclosed spaces using the omnidirectional mobile robot "LUMUSVOT." The robot was programmed with the necessary routines to perform disinfection in areas with low, medium, and high levels of contamination with active pathogens (bacteria, viruses, and fungi). The mobile robot prototype's main advantage is its solid and efficient mechanical structure for safely handling the 38W UVC lamp. Disinfection tests were carried out in businesses, medical offices, clinical laboratories, and school classrooms in the cities of Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal, San Fernando, and Ocozacoautla.

Keywords: Bacteria, disinfection, fungi, omnidirectional, UVC lamp, viruses.

1. Introducción.

Derivado de la pandemia del COVID19 que sufrió el mundo, la limpieza y desinfección de superficies y ambientes interiores se ha convertido parte importante de la salud pública (Motta-Avila et al., 2022). Los microorganismos patógenos tienen la capacidad de transmitirse tanto por el aire como por contacto con superficies contaminadas, lo que resalta la necesidad de métodos de esterilización altamente efectivos, especialmente en entornos de alto riesgo como hospitales y centros de salud (Ordoñez-García et al., 2021).

La presencia de microorganismos patógenos, incluyendo virus, bacterias y hongos, en superficies y en el ambiente, representa un riesgo significativo para la salud pública. Estos agentes pueden ser responsables de la propagación de enfermedades infecciosas, tanto en entornos clínicos como comunitarios. La implementación de protocolos de limpieza y desinfección rigurosos es una medida fundamental en el control de infecciones, con el objetivo de reducir la carga microbiana a niveles seguros (Jiménez-Rojas, 2021; Mollik, 2019).

En entornos de atención médica, como hospitales, laboratorios clínicos y consultorios, la desinfección es crucial para prevenir las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) o nosocomiales, que constituyen un problema de salud pública a nivel global (Acosta, 2005; Jiménez-Rojas, 2021). Las guías de práctica clínica establecen que el mantenimiento de la higiene ambiental y la desinfección adecuada del instrumental y las superficies son pilares para garantizar la seguridad del paciente y del personal de salud.

Más allá del ámbito clínico, la desinfección efectiva cobra relevancia en espacios de alta concurrencia como oficinas y salones de clases, donde la proximidad física y el uso compartido de superficies de alto contacto pueden facilitar la transmisión de patógenos respiratorios y gastrointestinales. La selección de agentes desinfectantes debe basarse en su eficacia comprobada contra diversos microorganismos, su compatibilidad con las superficies y la seguridad para los usuarios, siguiendo las indicaciones del fabricante respecto a la concentración y el tiempo de contacto para asegurar su efectividad.

El objetivo principal de la desinfección es eliminar o inactivar la mayoría de los microorganismos patógenos en superficies y objetos inanimados, reduciendo así la carga microbiana a niveles seguros y previniendo la propagación de infecciones. Se tiene que en los entornos de atención médica (hospitales, laboratorios clínicos y consultorios) son los lugares donde se presentan altos riesgo biológico debido a la concentración de pacientes con diversas patologías y la manipulación de muestras potencialmente infecciosas. Una desinfección rigurosa es crucial para prevenir las infecciones nosocomiales o asociadas a la atención de salud (IAAS) y garantizar la fiabilidad de los resultados de laboratorio. Mientras que en los entornos no clínicos (oficinas y salones de clases) se consideran de menor riesgo que los entornos clínicos, siguen siendo lugares donde virus y bacterias pueden propagarse rápidamente a través de superficies de contacto frecuente, como pomos de puertas, teclados o mesas. La desinfección adecuada en estos espacios puede disminuir la propagación de enfermedades comunes hasta en un 70%.

Es esencial comprender que la desinfección difiere de la limpieza. La **limpieza**, que debe realizarse siempre antes de desinfectar, se centra en eliminar la suciedad y la materia orgánica (polvo, líquidos corporales). La suciedad puede inactivar los desinfectantes, por lo que la limpieza previa es un paso imprescindible para la eficacia del proceso de desinfección.

La selección del agente desinfectante (hipoclorito de sodio, alcohol al 70%, etc.) y el nivel de desinfección (bajo, intermedio o alto) dependerán del tipo de superficie, el nivel de riesgo del área y el tipo de patógeno a combatir, ya que no todos los desinfectantes eliminan las esporas bacterianas. En respuesta a estas limitaciones, la tecnología de luz ultravioleta C (UVC) ha emergido como una solución eficaz y segura, capaz de inactivar un amplio espectro de microorganismos, incluyendo bacterias y virus, al dañar su material genético (ADN y ARN). Este es un proceso físico que elimina la necesidad de productos químicos peligrosos.

La exposición a las longitudes de onda germicidas de la luz UV impide la capacidad de reproducción e infección de bacterias, virus y protozoos. Se ha comprobado la eficacia de la luz UV contra patógenos responsables de enfermedades

como el cólera, la polio, la fiebre tifoidea y la hepatitis, ofreciendo una solución integral frente a diversas enfermedades bacterianas, virales y parasitarias.

El uso de robots móviles para llevar a cabo una desinfección UVC ofrece una propuesta innovadora para automatizar y salvaguardar la integridad física del personal de limpieza sin tener que demeritar los protocolos de desinfección, garantizando una cobertura y eficiencia superiores a los métodos manuales (Quispe Ramos, 2022).

A estos robots se les dota de capacidad de navegar por entornos predefinidos, como salas de cuidados intensivos o salones de clase, y aplicar la dosis de radiación UVC necesaria sin exponer al personal humano a los riesgos asociados con la radiación ultravioleta.

El presente artículo describe el proceso y resultados obtenidos al realizar la desinfección de diversos establecimientos usando el Robot móvil “LUMUSVOT” que cuenta con una lámpara UVC de 38 W. Una de las ventajas de este móvil es su capacidad de ubicarse en el entorno a desinfectar vía remota, para reducir el factor de riesgo en el uso de la luz UVC durante el proceso de erradicación de patógenos en superficies contaminadas. La investigación realizada busca validar el prototipo capaz de realizar protocolos de desinfección en espacios cerrados, contribuyendo a la seguridad y bienestar en áreas de alta afluencia (Otálora Riaño, 2020).

2. Métodos.

El proceso de desinfección de superficies y aire en diversos entornos utilizando lámparas UVC germicidas, empieza con la caracterización de la lámpara UVC que se utilizará durante la desinfección.

Si se considera que la radiación UVC (longitud de onda de aproximadamente 200 a 280 nm) inactiva virus, bacterias y hongos al dañar su ADN y ARN, impidiendo su reproducción y replicación (Philips lighting, 2024; Amezcuita-Tovar, 2023). También hay que estar conscientes de que es un método complementario a la limpieza manual tradicional, no un sustituto.

Las áreas de aplicación donde se pueden llevarán a cabo las pruebas de desinfección fueron seleccionadas considerando su grado de contaminación y fueron agrupados de la siguiente manera: Oficinas, laboratorios clínicos, consultorios, salones de clases y hospitales (áreas no críticas). Al realizar la desinfección se deben seguir ciertos protocolos de seguridad consideraciones sobre todo en lo que corresponde a la exposición directa a la luz UVC que es peligrosa para la piel y los ojos humanos. El personal que realiza la desinfección debe estar ausente durante la operación de la lámpara, y se deben implementar medidas de seguridad tales como: temporizadores y sensores de movimiento, para prevenir la exposición accidental (UNE, 2020). Por lo tanto, se debe tener como parte importante en los equipos de desinfección.

- Lámpara(s) UVC germicida(s) (preferiblemente con longitudes de onda de 254 nm).
- Señalización de advertencia para las áreas en uso.
- Equipo de Protección Personal (EPP) para el operador (si es necesario un acceso breve y controlado, aunque no es recomendable): gafas de protección UV certificadas y ropa de manga larga.

El proceso debe realizarse, de la siguiente manera, después de la limpieza manual con detergentes y desinfectantes químicos tradicionales, ya que la materia orgánica puede inactivar la luz UVC (MADSIG, 2021).

1. **Limpieza Previa:** Limpiar y secar minuciosamente todas las superficies (mesas, equipos, pisos) para eliminar la suciedad visible y la materia orgánica, que interfieren con la eficacia de la UVC.
2. **Evacuación:** Asegurar que no haya personas, animales o plantas en la habitación o área a desinfectar.
3. **Posicionamiento:** Colocar la lámpara UVC de manera estratégica para maximizar la cobertura del área, considerando que la luz UVC solo desinfecta las superficies que ilumina directamente (línea de visión directa). Múltiples posiciones pueden ser necesarias para áreas complejas (Del Cura-Bilbao, 2021).
4. **Activación:** Activar la lámpara UVC utilizando un control remoto o temporizador programado, retirándose inmediatamente del área.
5. **Tiempo de Exposición:** El tiempo de irradiación depende del tamaño de la habitación, la potencia de la lámpara y la distancia a las superficies. Estudios sugieren tiempos de entre 20 a 40 minutos para habitaciones.

La dosis efectiva para inactivar microorganismos patógenos (virus, bacterias, hongos) varía, pero dosis bajas pueden inactivar hasta 3 unidades logarítmicas de ciertos patógenos (Beltran-Zarza, 2007).

6. **Ventilación (Opcional):** Si la lámpara UVC produce ozono (común en algunas lámparas de cuarzo), se debe ventilar el área después de la desinfección antes de la reocupación.
7. **Desactivación:** Apagar la lámpara.
8. **Reingreso:** Permitir el reingreso del personal.
9. **Almacenamiento:** Almacenar la lámpara de forma segura.

La luz ultravioleta se localiza en el espectro más lejano de la luz visible en el rango de los 100nm a los 400nm de longitud de onda, situado entre el espectro visible y los rayos X, esta se puede clasificar en sus cuatro principales subdivisiones *UV-A*, *UV-B*, *UV-C* y *UV-V*.

Por la ecuación de energía de Planck se difiere que la energía resultante es inversamente proporcional a la longitud de onda así mientras menor sea esta la energía será mayor.

$$E=h \cdot C \lambda$$

El efecto microbicida y biocida de la UV-C radica en que es la capaz de tener interacción con las bases nitrogenadas, principalmente porque es absorbida por el ADN y el ARN, las cuales son las principales estructuras moleculares básicas para la replicación y las funciones metabólicas de los microorganismos.

El ADN y ARN se componen de cuatro bases nitrogenadas fundamentales la Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) y Guanina (G). estas se emparejan mediante puentes de hidrogeno formando la característica doble hélice de forma que la Adenina se une con Timina con 2 puentes de hidrogeno y la Citosina con Guanina con 3 puentes de hidrogeno. Estas bases tienen el espectro de absorción mostrado en la tabla 1.

Con esto se puede observar que la absorbancia de las bases del ADN y ARN se encuentran entre los 230nm y los 280nm de longitud de onda, por lo tanto, quedan en el espectro que comprende al espectro de la UV-C (100nm-280nm).

Tabla 1. Espectro de absorción de bases de ADN y ARN.

Base	Máximo de absorción (λ máx.)	Rango de absorción (aproximado)
Adenina(A)	~260 nm	230–270 nm
Guanina(G)	~250 nm	230–270 nm
Citosina(C)	~270 nm	240–280 nm
Timina (T)	~265 nm	240–280 nm

Al incidir radiación UV-C sobre algún microorganismo ya sea virus o bacteria, la absorción provoca que energía en grandes cantidades den paso a reacciones de degradación en las bases de pirimidina (T-A) principalmente produciendo su ruptura dando paso a sitios que contienen un par de pirimidinas adyacentes, esto genera la formación de dímeros moleculares ciclobutanos (alcanos en forma de anillo), por lo tanto lo que se obtiene es una molécula que se forma a partir de dos moléculas idénticas o cercanamente similares que se entrelazan a través de enlaces químicos sean covalentes o no covalentes, en este caso covalentes. Figura 1.

Cuando la radiación UV-C incide sobre el ADN en resumen un par de bases Timina adyacentes pueden unirse formando un dímero ciclobutánico, esto se traduce como una distorsión o daño en la secuencia del ADN provocando mutaciones o un bloqueo en la secuencia lo cual impide la replicación de la célula. Figura 2.

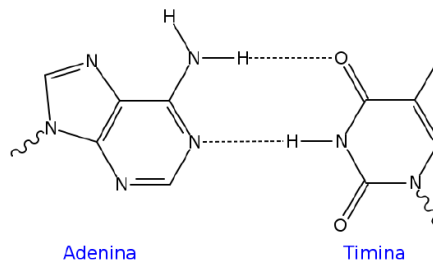


Figura 1. Par de bases Adenina-Timina (A-T).

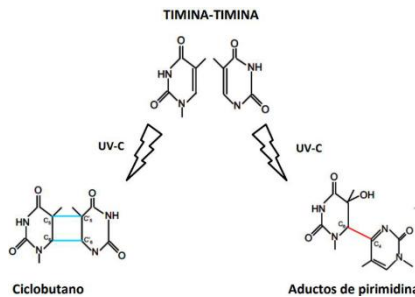


Figura 2. Foto-productos formados por radiación UV-C.

Robot móvil.

Bajo todas esas consideraciones que se necesitan para realizar la desinfección en espacios contaminados, se diseñó un robot móvil omnidireccional “LumUsVot” controlado de forma remota que emplea la tecnología de rayos UV para la desinfección de áreas controladas, marcando un hito en el campo de la limpieza y la sanitización. Este innovador dispositivo está equipado con una lámpara UV-C de 38W con una vida útil de 10,000 horas, que garantiza una desinfección efectiva y continua. Para el manejo adecuado de la lámpara se consideró que la lámpara se guardara dentro del robot, mientras no fuera usada, y se desplegara cuando se realizara la desinfección, esto para evitar daños al ánodo que contiene el gas de mercurio, principal agente de desinfección. Figura 3.

Además de su potente sistema de desinfección, LumUsVot cuenta con características que lo hacen destacar en el mercado. Por un lado, ofrece una transmisión de video en vivo que permite supervisar el proceso de desinfección en tiempo real a través de una plataforma web intuitiva y fácil de usar. Asimismo, su capacidad de ser controlado remotamente a través de una WebApp proporciona flexibilidad y comodidad en su operación.

La movilidad es otro aspecto clave de LumUsVot, ya que está equipado con 4 llantas omnidireccionales que le permiten desplazarse con facilidad y precisión en diferentes tipos de espacios, asegurando una cobertura completa en la desinfección de áreas de cualquier tamaño y complejidad.

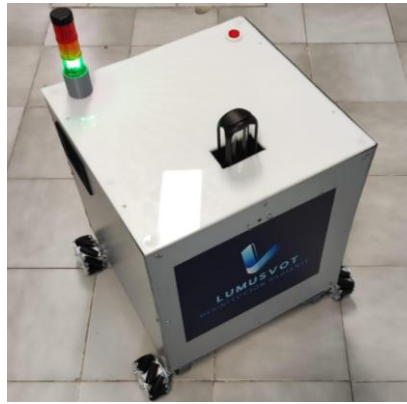


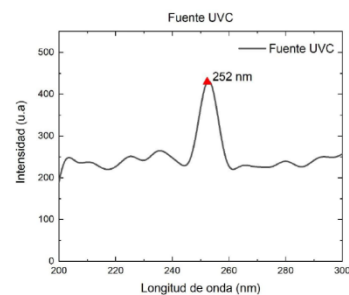
Figura 3. Robot móvil omnidireccional LUMUSVOT.

3. Desarrollo.

Para caracterizar la lámpara UVC de 38W se sometió a pruebas de funcionamiento en periodos de 8 horas para verificar su funcionamiento y desempeño sin cuantificar, esperando su respuesta luego de periodos constantes de actividad e interrupción periódica y constante, siendo estas las de mayor cuidado y atención, se realizaron intervalos de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos con un total de 10 pruebas por cada intervalo de tiempo (figura 4), así también se realizaron pruebas de intermitencia por cada 5 segundos, la temperatura máxima de operación alcanzó los 43.7°C en su punto máximo a una temperatura ambiente de 24°C y una temperatura media de operación de 40.7°C a una temperatura ambiente de 24°C, en observación general el dispositivo muestra el comportamiento en el rango de operación esperada hablando de forma generalizada.



a)



b)

Figura 4. Lámpara LBT-UVYMD-38W. a) Funcionamiento. b) Espectro de frecuencia.

Después de realizar la caracterización de la longitud de onda específica de la lámpara LBT-UVYMD-38W se determinó que es una lámpara UV-C de 38w de potencia teóricamente de un aproximado a un espectro de emisión de 252nm, siendo su tecnología un encapsulado de mercurio a baja presión en una ampolla de cristal de cuarzo.

Control movimientos.

Como parte del proyecto se desarrolló el programa de control de movimientos básicos, tanto movimientos básicos del robot omnidireccional (adelante, atrás, giro derecho, giro izquierdo, lateral derecha, lateral izquierda) como los movimientos de elevación y descenso del soporte e la lámpara UVC (Figura 5). El control de movimiento desarrollado fue realizado como una página web, para lo cual el robot genera su propia red WIFI de manera local, a la cual cualquier celular, tableta o PC se puede conectar a dicha red para controlar los desplazamientos del robot. Además de proporcionar el video de una cámara con la que el operador del robot puede ver los obstáculos que tiene enfrente para evadirlos y evitar que el robot quede bloqueado.

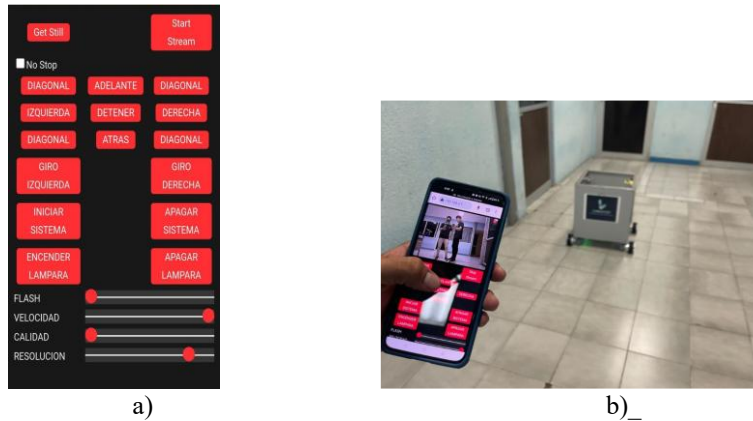


Figura 5. Página WEB de control de movimientos. a) Diseño. b) Uso.

Resultados.

Para llevar a cabo las pruebas de desinfección se contactaron con empresas de atención al público, médicos que dan consultas, laboratorios clínicos, escuelas en donde se imparte la carrera de enfermería, escuelas con laboratorios de química y laboratorios de cómputo, etc. Esto con la finalidad de proporcionarles el servicio de desinfección y poder validar el funcionamiento del prototipo. Figura 6.

En total se contactaron a 2 establecimientos privados, 2 consultorios médicos, 1 laboratorio clínico, 2 escuelas con laboratorios de enfermería, 3 escuelas con laboratorios de química, laboratorios de computo y bibliotecas; en los cuales se hicieron un total de 50 procesos de desinfección, Considerando el área que cubre la lámpara UVC ($\approx 35 \text{ M}^2$) en la tabla 2 se muestran la cantidad de procesos de desinfección que se necesitan para espacios cerrados.

Tabla 2. Cantidad de procesos de desinfección realizados.

Espacio cerrado	Núm. de procesos de desinfección
Barbería	1
Salón de clase ($\approx 40 \text{ m}^2$)	1
Consultorio médico ($\approx 30 \text{ m}^2$)	1
Laboratorio clínico ($\approx 90 \text{ m}^2$)	3
Laboratorio de enfermería ($\approx 90 \text{ m}^2$)	3
Laboratorio de química ($\approx 90 \text{ m}^2$)	3
Laboratorio de cómputo ($\approx 90 \text{ m}^2$)	3
Biblioteca ($\approx 250 \text{ m}^2$)	8

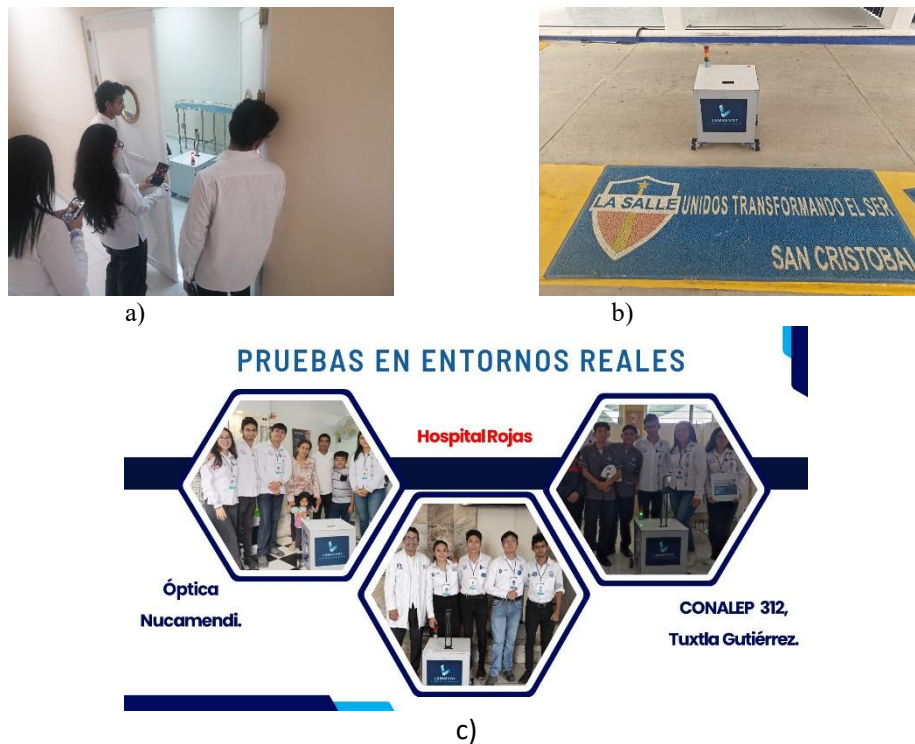


Figura 6. Procesos de desinfección. a) Sala urgencias. b) Laboratorios secundaria la salle. c) Óptica Nucamendi, Hospital Rojas, Laboratorios CONALEP 312.

En cada desinfección se realizó una recolección de una muestra en un área de 100mm x 100mm y se resguardo en un medio de transporte. Posterior a ello se procede a realizar la irradiación con LumUsVot por un periodo dependiendo el entorno. Seguidamente del proceso de irradiación, se toman nuevas muestras del entorno de la misma forma antes mencionada en un área de las mismas dimensiones.

Para la realización de estas pruebas en el presente caso se realizó siguiendo el método antes mencionado con isopos con medio de transporte multipropósito como medio de recolección y medios de cultivo multipropósito sin selectivos ni reactivos de manera que se desarrollen todas las colonias posibles de las muestras recolectadas.

Después de 12h y 24h de la irradiación se revisaron el estado del cultivo para ver su comportamiento, características y crecimiento, esto tras haber estado en una temperatura promedio de 35°C libre de iluminación y agentes contaminantes o que alteren de cualquier manera en cultivo. En la figura 7 se puede ver la diferencia entre la muestra no irradiada (izquierda) y la muestra irradiada con UVC (derecha).

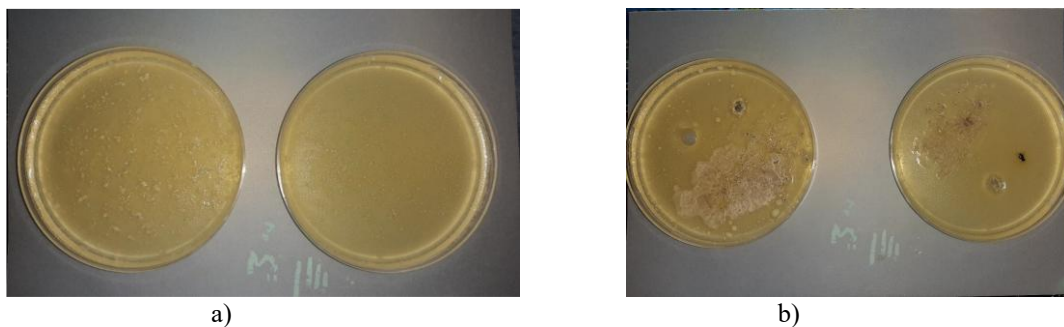


Figura 7. Crecimiento de colonias. a) 12 hrs. b) 24 hrs.

Discusión.

Se realizó el proceso de verificación de desinfección usando el robot móvil omnidireccional “LUMUSVOT”, en diferentes espacios con diferentes niveles de contaminación por bacterias, virus y hongos. Obteniendo una reducción en el crecimiento de colonias de diferentes tipos de patógenos. En todas las muestras que se tomaron se logra apreciar de manera visual la reducción en el crecimiento de las colonias. Considerando que este método de desinfección es el más adecuado, aun considerando que para que esta reducción se dé la luz ultravioleta debe incidir en los patógenos, al ser una lámpara de alta potencia, se genera una cantidad de ozono considerable, que también permite incrementar el nivel de inhibición aun sin tener la incidencia de la UVC de forma directa.

También se comprobó que el usar el robot, podemos tener la seguridad de que el operador está a salvo de los efectos dañinos de la UV. Ya que puede estar ubicando el robot afuera del espacio a desinfectar.

De igual forma, se comprobó el buen funcionamiento de los sistemas de alerta que fueron incluidos, como son la torreta luminosa y la alarma sonora para indicar que se está procediendo a iniciar un proceso de desinfección.

Créditos.

Los autores agradecen las facilidades del Tecnológico Nacional de México y del Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez para la realización de este trabajo.

Referencias bibliográficas.

- Acosta-Gnass, S., & Andrade Stempliuk, V. 2008.** *Manual de esterilización para centros de salud.* Organización Panamericana de la Salud.
<https://www.pediatrica.gob.mx/archivos/burbuja/7 OPS Manual de esterilizacion.pdf>
- Amezquita-Tovar, J.C., Carvajal-Ahumada, L.A. (2023).** *Generalidades sobre métodos de desinfección mediante radiación UV.* *Revistas Reto*, 2(3), 85-94.
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/RETO/article/download/5463/5956>
- Beltran-Zarza, N.A. (2007).** *Aplicación de luz ultravioleta para desinfección de efluentes secundarios con alto contenido de patogenos.* UNAM. Tesis de licenciatura no publicada.
<https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/pd2007/0612246/0612246.pdf>
- Del Cura-Bilbao, A., Martín-Sánchez, J.I. (2021).** *Sistemas de desinfección con luz ultravioleta C para la reducción de las infecciones nosocomiales.* Ministerio de sanidad. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS).
https://www.iacs.es/wp-content/uploads/2021/11/IACS_TE_60_UV-C_Informe_DEF_NIPO.pdf
- Jiménez-Rojas, A., Valderrama-Beltrán, S.L. 2021.** *Limpieza y desinfección de equipos y superficies ambientales en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.* Asociación Colombiana de Infectología (ACIN).
http://acin.org/images/guias/LIMPIEZA_Y_DESIN_2022_2_ACINcap_central_SDS.pdf
- MADSIG Sistema integrado de gestión. (2021).** *Guía de limpieza y desinfección.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/GUIA_DE_LIMPIEZA_Y_DESINFECCION.pdf
- Mollyk, P.; 2019.** *Mejores prácticas de limpieza ambiental en centros de atención médica.* Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU.
<https://www.cdc.gov/healthcare-associated-infections/media/pdfs/es/BestPracAfrica-for-MLS-US-ES-508.pdf>

- Motta-Ávila, C. A., Flores-Sánchez, M. G., & Hernández-Vargas, J. A. 2022.** Robot terrestre autónomo auxiliar en la desinfección o sanitización de interiores mediante luz UV-C. *Memorias del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(1), 38-39. <https://doi.org/10.26457/mclidi.v8i1.3153>
- Ordoñez García, J. E., Salvatierra Bravo, L. F., & Cagua Quiñonez, C. I. 2021.** Uso de la robótica como medio para la esterilización y desinfección con luz ultravioleta en el contexto del COVID-19. *RECIMUNDO*, 5 (especial 1), 68-77. dialnet.unirioja.es
- Otálora, D; 2020.** Desarrollo de un sistema de monitoreo y planificación de procesos de desinfección para ambientes COVID-19. Tesis profesional. Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito.
- Philips lighting. (2024).** *Desinfección del aire con UV-C.* <https://www.lighting.philips.com/en2es.search.translate.google/application-areas/specialist-applications/uv-disinfection>
- Quispe Ramos, C. M. 2022.** *Robot UVC para desinfección hospitalaria - Ultravioleta* [Presentación]. Scribd. <https://fr.scribd.com/presentation/689805541/Robot-movil-de-desinfeccion-con-luz-UVC>
- UNE. (2020).** *Requisitos de seguridad para aparatos UV-C utilizados para desinfectar aire y superficies en locales. Especificaciones de seguridad* [Documento técnico]. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Especificacion_UNE_0068-2020.pdf

Información de los autores.



Álvaro Hernández Sol es Ingeniero en electrónica, egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ITTG, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y es investigador desde 1997. Certificado en SolidWorks Associate. Jefe de proyectos de investigación de ingeniería electrónica desde el 2001. Fundo y asesora el Club de robótica “Engineers Bots” del ITTG”. Colabora en la línea de investigación de “Robótica” de Ingeniería electrónica. Dirige el área de trabajo en “Robótica” y es parte del cuerpo académico “sistemas de control inteligentes”. Ha realizado investigaciones en el área de los sistemas alternativos de comunicación y en sistemas robóticos, Así como en sistemas traductores de lenguaje.



Simei Ibar José de la Cruz, estudiante del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, pasante de la carrera ingeniería electrónica con especialidad en instrumentación y control, cuenta con la certificación CSWA de solidworks, tiene como campos de interés: modelado, programación, robótica, pruebas clínicas.



Raúl Moreno Rincón, Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la ESIME-IPN, en la ciudad de México, D.F. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Toluca. Maestro en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Chiapas. Certificado en SolidWorks Associate. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y jefe de Proyectos de Docencia de Ingeniería Electrónica. Es investigador desde 1999 y Colabora en la línea de investigación “Robótica” de Ingeniería electrónica y es parte del cuerpo académico en formación “sistemas de control inteligentes”. Ha realizado proyectos como: Sistema de alarma para personas con deficiencia auditiva basado en XBEE, robot de cafetería, araña hexápoda, sistema de control de animatronic, entre otros.



Aldo Esteban Aguilar Castillejos obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ing. Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG) en el 2011 y el título de Ingeniero en Electrónica en el mismo Instituto, con especialidad en Instrumentación y Control. Cuenta con la certificación CSWA, CSWP, CSWP Avanzado de SolidWorks; así como un Diplomado en el motor de desarrollo de videojuegos UNREAL, Diplomado en Microsoft Teams y Diplomado en competencias para la enseñanza de las ciencias. Acreedor al premio de desempeño a la excelencia EGEL 2018 y Miembro del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas del Estado de Chiapas. Ha participado en el desarrollo de proyectos de investigación (PEI Conacyt) para empresas privadas, desarrollo de patentes con desarrollos tecnológicos en el Estado de Chiapas y fue parte del cuerpo de investigación de la Universidad del Valle de México Campus Tuxtla hasta el 2022. Actualmente es parte del cuerpo académico en formación “Sistemas de control inteligentes” del I.T.T.G. con desarrollos de proyectos financiados por CONACyT y el TecNM. Con campos de interés en: dispositivos opto-mecatrónicos, manufactura, sensores de fibra óptica, instrumentación y control.



Rubén Herrera Galicia, obtuvo el título de doctor en ciencias técnicas con especialidad en electrónica por la Technical University of Warsaw, Polonia. Es profesor de tiempo completo adscripto al departamento de ingeniería eléctrica y electrónica del Tecnológico Nacional de México campus Tuxtla Gutiérrez. Es investigador desde 1985 y colabora en la línea de investigación de “Robótica” de Ingeniería electrónica. Es parte del cuerpo académico “sistemas de control inteligentes”.