

Uso de dióxido de cloro para la desinfección de áreas de trabajo

Use of chlorine dioxide in the disinfection of work areas

Víctor Osorio Cevallos¹ <https://orcid.org/0000-0002-5628-7085>,
Jonathan Castro Lara¹ <https://orcid.org/0009-0000-2735-1108>

¹Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

vosorio@espol.edu.ec, jocastro@espol.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2023/05/03

Aceptado: 2023/08/10

Publicado: 2023/12/30

Resumen

La desinfección adecuada de ambientes de trabajo en centros educativos que se mantuvieron cerrados por más de un año debido al confinamiento por el Covid-19 fue importante para el retorno progresivo a las actividades rutinarias. Estudios han demostrado que cuando las áreas permanecen cerradas durante largos períodos hay posibilidad de incremento en el contenido de bacterias y hongos en su interior, causando riesgo para la salud. Este estudio se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y su objetivo fue determinar la eficiencia del dióxido de cloro en la desinfección del ambiente y superficies de contacto en áreas de trabajo cerradas por más de un año durante la pandemia. La desinfección del ambiente fue evaluada mediante el cultivo en placa de agar para la recuperación de bacterias y hongos, antes y después del uso del dióxido de cloro (20ppm); mientras que la desinfección en superficies se evaluó usando un luminómetro, antes y después del uso del dióxido de cloro en solución (20ppm). Se confirmó, que la presencia de hongos y bacterias en el ambiente disminuyó un 73% mientras que en las superficies de contacto disminuyó entre el 92% al 99%. Este trabajo se presentó como un reporte a las autoridades de la ESPOL, como parte de lo realizado antes de volver a la presencialidad en las oficinas y demás locaciones de la FIMCM; sin embargo, no se ha publicado en revistas de investigación científica.

Palabras clave: Dióxido de Cloro, desinfección, covid, bacterias, hongos.

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión y Conclusiones.

Como citar: Osorio, V. H. & Castro, J. (2023). Uso de dióxido de cloro para la desinfección de áreas de trabajo. *Revista Tecnológica - Espol*, 35(3), 99-110.
<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1014>

Abstract

The adequate disinfection of work environments in educational institutions that remained closed for more than a year due to the confinement caused by Covid-19 was essential for the progressive return of routine activities. Studies have shown that when areas remain closed for long periods, there is a risk that the bacteria and fungi contained inside will increase to levels that can be dangerous to health. This study was developed at the Faculty of Maritime Engineering and Marine Sciences (FIMCM) facilities of the Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Its objective was to determine the efficiency of chlorine dioxide in the disinfection of the environment and contact surfaces in work areas that had remained closed for more than a year during the pandemic. The disinfection of the environment was evaluated by culture in an agar plate, for the recovery of bacteria and fungi, before and after using chlorine dioxide (20ppm). On the other hand, disinfection on surfaces was evaluated using a luminometer before and after using chlorine dioxide (20ppm). It was confirmed that the presence of fungi in the environment decreased by 73%, while microorganisms in the contact surfaces decreased between 92% to 99%. This work was presented as a report to ESPOL authorities as part of what was done before returning to the offices and other locations of the FIMCM; however, it was not written as a scientific paper format, nor it was published in scientific research journals.

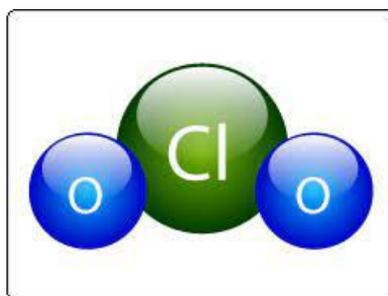
Keywords: Chlorine dioxide, disinfection, covid, bacteria, fungi.

Introducción

La pandemia del COVID-19 encendió las alertas a nivel mundial, direccionando a la población a la práctica de la bioseguridad en el diario vivir. Uno de los aspectos de la bioseguridad es la limpieza y desinfección con ayuda de compuestos químicos pocos conocidos y otros muy nombrados, dentro de los pocos conocidos se encuentra el dióxido de cloro (ClO_2). Luego de una comparación científica de varios métodos de desinfección y prevención epidemiológica, tanto físicos como químicos, el dióxido de cloro se ha convertido en uno de los desinfectantes que destaca debido a sus buenas características de seguridad y eficiencia, así como la no toxicidad para los seres humanos a las concentraciones utilizadas, además de no dejar residuos luego de su uso (Liu, 2003; Tsang, 2003).

Figura 1

Molécula de Dióxido de cloro ClO_2



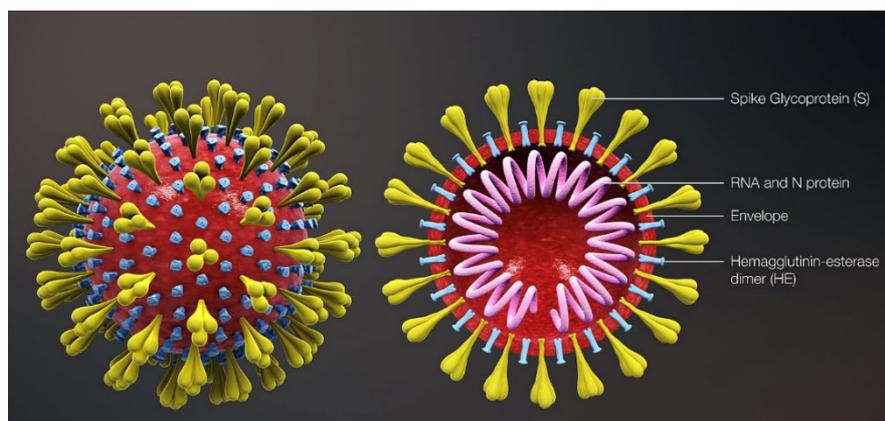
Tomado de: www.yamathosupply.com

Sobre el principio de desinfección, el dióxido de cloro usa su fuerte capacidad de oxidación para capturar electrones de la superficie del virus, lo que hace que el sistema de enzimas celulares se inactive y muera naturalmente, de esta manera, se logra la desinfección y esterilización. En 2012, Ogata (Research Institute, Taiko Pharmaceutical Co.) demostró que el dióxido de cloro inactiva el virus de la gripe (de similares características del coronavirus) por la oxidación de residuos de los aminoácidos cisteína, tirosina y triptófano presentes en la

proteína de las puntas del virus (spikes); aboliendo así su capacidad de unión a los receptores. Es interesante señalar que la proteína presente en las puntas (spikes) del nuevo coronavirus SARS_CoV-2 contienen 54 tirosinas, 12 triptófanos y 40 residuos de cisteína. En una solución acuosa todos estos residuos son capaces de reaccionar con ClO_2 al igual que los aminoácidos libres, inactivando el coronavirus extremadamente rápido incluso con una solución de dióxido de cloro muy diluida (Wang *et al.*, 2005).

Figura 2

Cápside de un virus. La glicoproteína de los picos (spikes) está compuesta por aminoácidos y el dióxido ataca tres de ellos (cisteína, tirosina y triptófano)

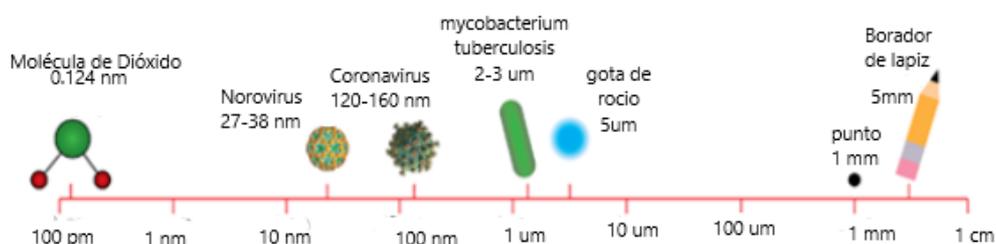


Tomado de: American Society for Microbiology

La molécula del gas de dióxido de cloro tiene 0,124 nm, siendo mil veces más pequeña que el coronavirus (120 y 160 nm); y tiene características de excelente difusibilidad y penetrabilidad que le permite acceder a sitios que son difíciles de desinfectar con agentes líquidos convencionales.

Figura 3

Tamaño de partículas varias. Ilustración del tamaño de varias partículas, incluyendo el dióxido de cloro, bacterias y virus



Tomado de: <https://clordisys.com>

La desinfección del dióxido de cloro tiene una especificidad muy alta, es decir, sólo funciona en patógenos mononucleares y no nucleares (la mayoría de los virus respiratorios, incluyendo COVID-19, pertenecen a esta categoría), pero no es eficaz en organismos multicelulares. Según el Informe de Análisis Toxicológico de Dióxido de Cloro y Clorato, emitido por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (HHS, por sus siglas en inglés) en 2020, hasta ahora, ningún estudio toxicológico ha demostrado que la administración oral de dióxido de cloro puede causar la muerte o carcinogénesis en los seres humanos, y no ha habido informes que demuestren que la exposición de la piel humana al dióxido de cloro puede causar cáncer y la muerte, por lo que, actualmente, se considera un

método de desinfección más seguro que el cloro. Esta es también la razón fundamental por la que la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo recomienda como el único desinfectante A1 seguro y fiable.

En el escenario de aplicación de la desinfección del dióxido de cloro estipulado en las Normas Sanitarias para desinfectantes de dióxido de cloro (GB 26366-2010), China propuso específicamente la desinfección para "superficies de objetos de uso general", es decir, la desinfección de objetos utilizados para satisfacer las necesidades diarias en los hogares y lugares públicos (mesas, sillas, artículos sanitarios, manijas de puertas y ventanas, pasamanos, asientos y asas de autobús, juguetes, herramientas, etc.).

Además, un gran número de estudios han demostrado el efecto sobresaliente del dióxido de cloro en la desinfección del aire, la desinfección superficial en espacios específicos (World Health Organization); en la de tejidos y equipos, además del tratamiento de aguas residuales domésticas y de hospitales conteniendo residuos de ARN de SARS-CoV (X. Wang, W., et al., 2005; Miura, T., & Shibata, T., 2010). El ejército estadounidense y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) han utilizado el dióxido de cloro como principal medio de desinfección del aire seguro y eficiente contra el virus del Ébola y los ataques bioquímicos de ántrax. También, un gran número de estudios en China han confirmado que una concentración segura del cuerpo humano directamente expuesto al gas dióxido de cloro se obtiene inicialmente como 0,090 mg/m³/2h/d; esta concentración determinada como fiable, ha sido capaz de asegurar la esterilización efectiva de bacterias y virus.

Materiales y Métodos

Se realizaron tres pruebas para medir la eficiencia de una solución desinfectante a base de dióxido de cloro, en la esterilización de oficinas y laboratorio de la FIMCM. Los estudios fueron realizados sin repeticiones, debido a la limitación de acceso a materiales e insumos por estar en la etapa pretorno a la cotidianidad; además, se quiso demostrar de manera práctica que la desinfección usando este componente químico se encontraba dentro de los estándares permitidos para el regreso a las áreas desinfectadas.

La primera prueba consistió en colocar tres recipientes abiertos (beakers), cada uno con 200ml de solución desinfectante, en una oficina de 30m² y dejar actuar durante cinco días sin abrir el lugar. Este espacio no había sido desinfectado y tampoco limpiado por más de un año debido a las restricciones de la pandemia por Covid-19. Durante el día seis se realizaron pruebas de la calidad microbiológica del aire, utilizando placas de Agar de Trypticase de Soya (TSA – Difco), para la recuperación de bacterias totales (Placa B); y de agar TSA (Difco) enriquecido con Dextrosa al 2% y suplementado con Enrofloxacin para inhibir el crecimiento bacteriano y favorecer la recuperación de hongos (Placa H).

Placas con los medios de cultivo fueron colocadas en tres puntos (denominados punto 1, punto 2 y punto 3) cerca de los lugares donde se situaron los recipientes con la solución desinfectante, como se muestra en la Figura 4; adicionalmente, para medir la carga microbiana en un punto no expuesto, se colocaron placas en un cuarto punto (denominado punto 4) donde no se había puesto recipiente con el desinfectante. Las placas se mantuvieron abiertas durante 30 minutos para capturar los microorganismos que se encontraban en el aire.

Figura 4

Se observan la ubicación de los recipientes con la solución desinfectante y junto a estos, se situaron las placas con los medios de cultivo para la recuperación de bacterias y hongos



La segunda prueba fue realizada en el Laboratorio de Patología, donde se midió la calidad del aire que se encontraba dentro de las dos cabinas de flujo para PCR (Marca: Lab Claire, Modelo: PCR 6, Serie: PCR6-411 y PCR6-417) con que cuenta el laboratorio. En una de las cabinas se colocó un recipiente con 200 ml de solución desinfectante y, al mismo tiempo, se pusieron 2 placas (una placa B y una placa H), como se muestra en la Figura 5. El tiempo en que se dejó actuar la solución desinfectante y que se mantuvieron abiertas las placas con medios de cultivo fue de 30 minutos.

Figura 5

Cámara de flujo laminar en la que se colocaron 200ml de la solución desinfectante y placas con medios de cultivo para testear el aire del interior de la cámara



En la segunda cámara se colocaron las placas con medios de cultivos y se mantuvieron abiertas durante 30 minutos al igual que en la primera, con la diferencia de que en esta no se colocó recipiente con la solución desinfectante (Figura 6).

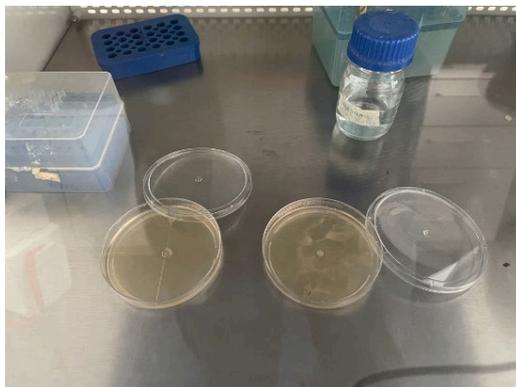
Cabe mencionar que cuando las pruebas se llevaron a cabo dentro de las cámaras de flujo laminar, el sistema de filtración de estas (HEPA) se mantuvo apagado para evitar la incidencia de este proceso. Asimismo, los cultivos realizados se incubaron por 5 días a una temperatura de 25°C en ausencia de luz.

La tercera prueba consistió en realizar mediciones, utilizando el equipo Clean-Trace™ Luminómetro de la marca 3M, de 3 superficies de contacto (un escritorio y dos mesones (punto 5, punto 6 y punto 7) antes y después de ser desinfectadas con la solución.

Adicionalmente, se midieron las superficies de contacto de las cámaras de flujo laminar mencionadas en el punto anterior.

Figura 6

Segunda cámara de flujo laminar en donde solo se colocaron las placas con medios de cultivo para la recuperación de microorganismos encontrados en el aire interior de la cámara



El luminómetro mide la luz generada y muestra los resultados mediante el uso de Unidades Relativas de Luz (RLU, por sus siglas en inglés), número que informa del nivel de contaminación en cuestión de segundos; cuanto más alto sea el número de RLU, mayor será el nivel de ATP y, por tanto, mayor la cantidad de materia orgánica presente. El ATP (adenosín trifosfato) es una molécula que se produce en los procesos metabólicos que tienen lugar en los seres vivos y está presente en todo tipo de materia orgánica (incluidos los microorganismos).

Para la desinfección de superficies se realizó el siguiente procedimiento: se aplicó la solución desinfectante utilizando un atomizador, se dejó actuar el producto por 20 segundos y, finalmente, se eliminó el exceso de humedad con un paño desechable. Las mediciones se realizaron antes y después de la aplicación en la superficie de escritorios, mesones y equipos como las cámaras de flujo laminar.

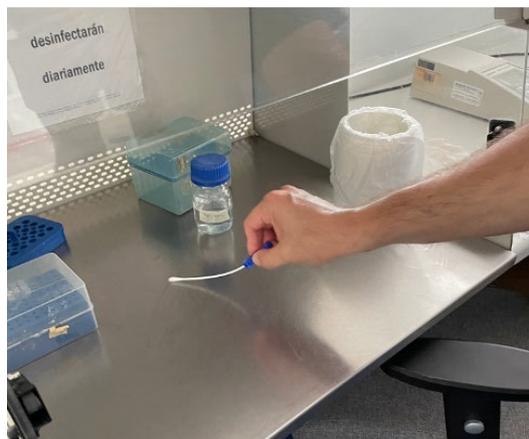
Figura 7

Punto 1 ubicado en la oficina de la Coordinación de Acuicultura de la FIMCM, donde se tomó muestra con un hisopo y luego se leyó en un luminómetro Clean-Trace™



Figura 8

Toma de muestra de la superficie de la cámara de flujo laminar del laboratorio de Patología, FIMCM-ESPOL

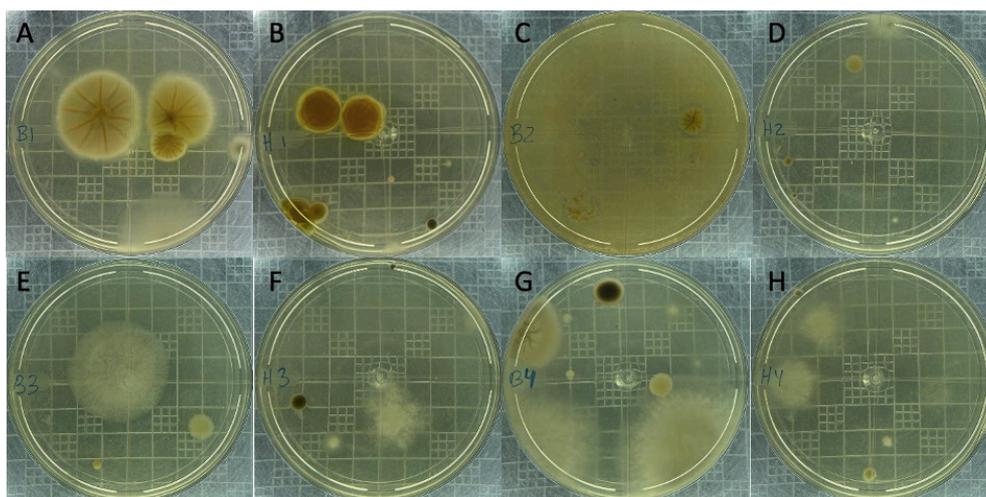


Resultados y Discusión

Primera prueba: los cultivos arrojaron crecimientos de microorganismos de diferentes magnitudes en todas sus placas. En el punto 1 de la oficina, se evidenció el crecimiento de 5 aislados de hongos en la placa B y 5 aislados de hongos en la placa H (Figura 9 a y b). En el punto 2, de la misma área, el crecimiento fue de 2 aislados de hongos y mayor a $1,0 \times 10^6$ UFC/ml de colonias para la placa B y 5 aislados de hongos en la placa H (Figura 9 c y d). En el punto 3 se observaron 3 aislados de hongos en la placa B y 4 aislados para la placa H (Figura 9 e y f). En el punto 4 (alejado de los recipientes con la solución desinfectante) hubo una recuperación de 6 aislados de hongos en la placa B y 9 aislados para la placa H (Figura 9 g y h). Ver Figura 10.

Figura 9

Cultivos de bacterias y de hongos de los diferentes puntos del área de la Coordinación de Acuicultura, FIMCM-ESPOL



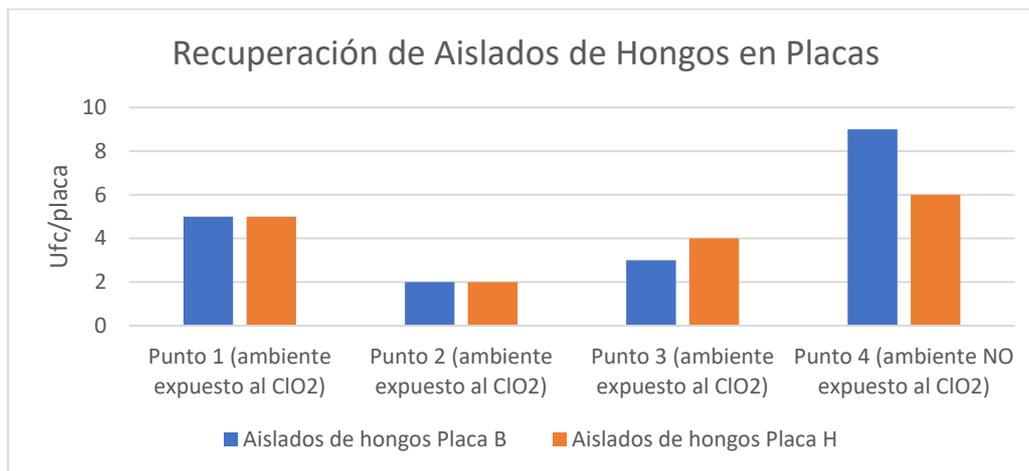
A y B, placas del punto 1; C y D, placas del punto 2; E y F, placas del punto 3; G y H, Placas del punto 4

El número de colonias de hongos que crecieron en la placa H en el punto 4 fue de 9, que es casi el doble de las que crecieron en los puntos 1 y 2 (5 en cada uno) y más del doble de las que crecieron en el punto 3 (4 colonias). No se evidenció crecimiento de colonias de

bacterias en las placas B, salvo en el punto 2 que mostró contaminación externa del disco antes de la inoculación, aunque sí el crecimiento de colonias de hongos en las siguientes magnitudes: en el punto 4 crecieron 6, en el punto 1 fueron 5, en el punto 2 se desarrollaron 2 y en el punto 3 crecieron 3; evidenciándose, al igual que en las placas H, mayor crecimiento en las áreas alejadas a los puntos de emisión de dióxido de cloro.

Figura 10

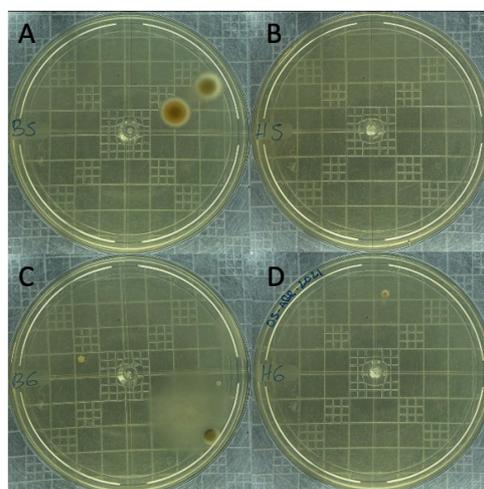
Recuperación de aislados de hongos en placas enriquecidas para el cultivo, las mismas que se mantuvieron abiertas durante 30 minutos para la inoculación de los microorganismos que se encontraban en el ambiente del área



En la segunda prueba realizada en las cámaras de flujo laminar para PCR, los cultivos en la cámara de flujo donde se colocó la solución desinfectante (Cámara1) durante 30 minutos evidenciaron el crecimiento de 2 aislados de hongos para la placa B y 0 aislados para la placa H (Figura 11 a y b); para la cámara en que no se colocó la solución desinfectante (Cámara2) se observaron 4 aislados de hongos en la placa B, y 1 aislado de hongo en la placa H (Figura 11 c y d). Ver Figura 12.

Figura 11

Cajas de cultivo para bacterias y hongos, incubados a temperatura ambiente 28°C, de los puntos testeados en las cámaras de flujo PCR con y sin exposición a la solución desinfectante

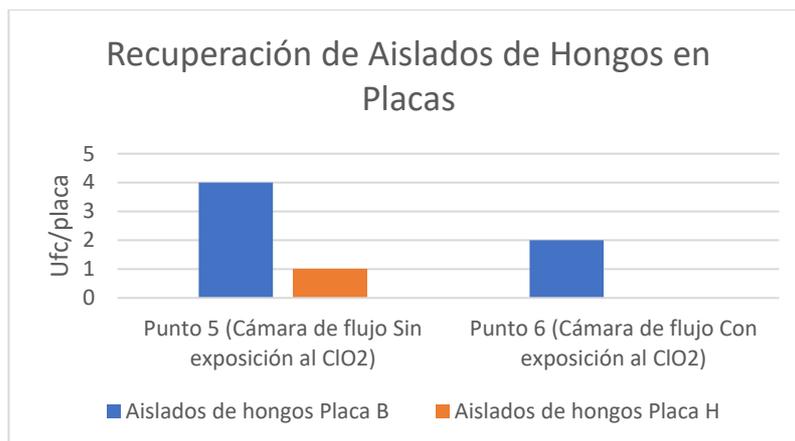


A y B, Placas de la cámara expuesta a la solución desinfectante; C y D, placas de la cámara sin exposición a la solución desinfectante

El número de colonias de hongos que crecieron la placa H en la Cámara1 fue cero mientras que el número de colonias en el mismo medio (placa H) en la Cámara2 fue de 1. Al igual que en la prueba 1, no se evidenció crecimiento de colonias de bacterias en las placas B, aunque si el crecimiento de colonias de hongos en las siguientes magnitudes: 2 en la Cámara1 y 4 en la Cámara2. En conclusión, hubo mayor crecimiento de hongos en la cámara que no recibió emisiones de dióxido de cloro.

Figura 12

Recuperación de aislados de hongos en placas enriquecidas para el cultivo, donde se observa la diferencia entre el número de aislados recuperados entre la cámara de flujo expuesta al ClO₂ y la cámara que no fue expuesta al desinfectante



La tercera prueba realizada con el luminómetro mostró resultados alentadores acerca de la desinfección de superficies utilizando la solución desinfectante. En el punto 5 (escritorio) el resultado fue de 4.030 RLU, antes de la desinfección y de 30 RLU un minuto después de la desinfección (Figura 13); en el punto 6 el resultado fue de 1636 RLU, antes de la esterilización y de 124 RLU un minuto después de esta; en el punto 7 el resultado fue de 372 RLU, antes y de 29 RLU un minuto después de la desinfección (Tabla 1). Por otro lado, en las cámaras de flujo situadas en el Laboratorio de Patología, la superficie de la cámara que no estuvo en contacto con la solución desinfectante tuvo una lectura de 572 RLU, mientras que la cámara que mantuvo contacto arrojó una lectura de 50 RLU (Tabla 2).

Figura 13

Medición de las unidades de luminiscencia relativa, (RLU) de superficies antes y después de la desinfección con la solución desinfectante

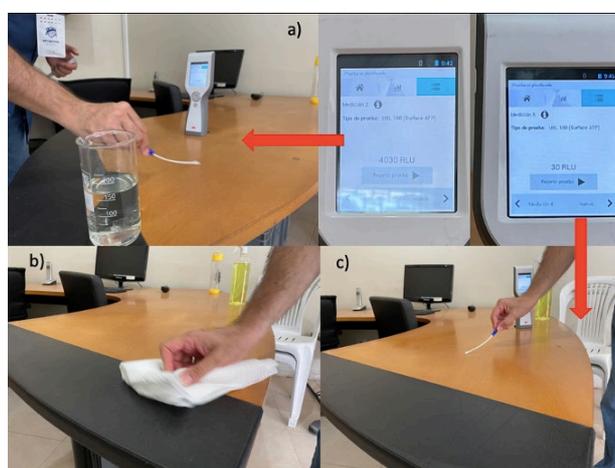


Tabla 1

Resultados del luminómetro de superficies testeadas en diferentes áreas de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, ESPOL, antes y después de realizar una limpieza y desinfección con la solución desinfectante

Punto de Prueba	Día	Resultado (RLU) Antes	Resultado (RLU) Después
Escritorio punto 3, oficina de coordinación de Acuicultura.	07/abril /2021	4030	30
Superficie de mesón, sala de ingreso de Biomedicina.	07/abril /2021	1636	124
Mesón central del Laboratorio de Patología, FIMCM.	07/abril /2021	372	29

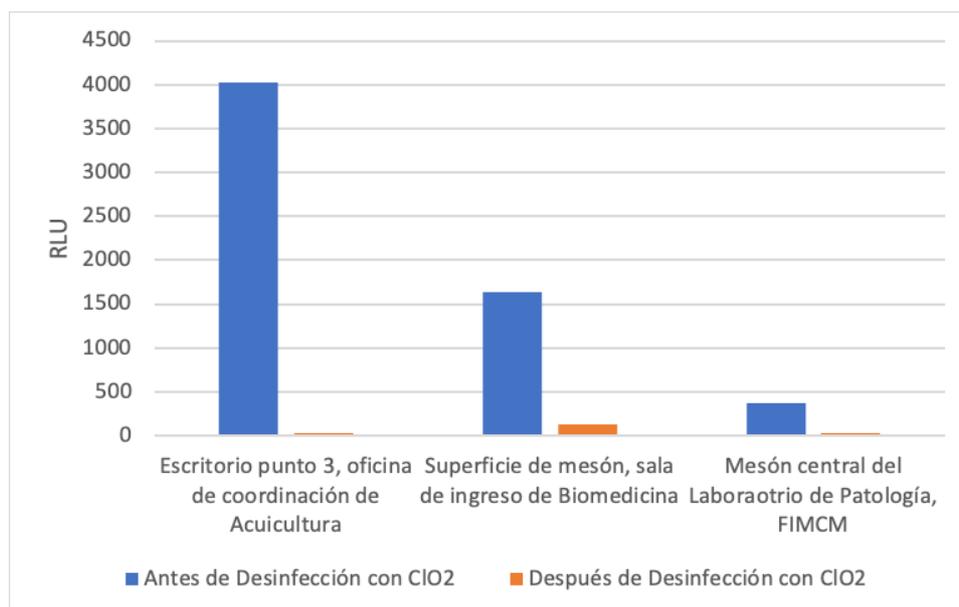
Tabla 2

Resultados del luminómetro de superficies testeadas en diferentes áreas de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Espol

Punto de Prueba	Día	Hora	Resultado (RLU)
Cámara de flujo laminar sin exposición a la solución desinfectante, Laboratorio de Patología, FIMCM.	07/abril /2021	10:08:40	572
Cámara de flujo laminar con exposición a la solución desinfectante durante 30 minutos 3 días antes del muestreo, Laboratorio de Patología, FIMCM	07/abril /2021	10:09:36	50

Figura 14

Lecturas proporcionadas con el luminómetro en superficies antes y después de haber sido limpiadas y desinfectadas con la solución desinfectante



El efecto desinfectante del dióxido de cloro fue más evidente en las superficies de contacto donde la reducción de microorganismos fue drástica e inmediata. De esta manera, se demuestra que la solución de dióxido también es idónea para la desinfección de superficies (escritorios, mesones, equipos, etc.) y no supone riesgo alguno para la salud.

Conclusiones

Durante el estudio no se registró crecimiento de bacterias en las placas con agar específico (placa B), lo que significó que la carga bacteriana no se incrementó en las áreas muestreadas a pesar de que se mantuvieron cerradas durante un período prolongado de tiempo.

Este no fue el caso de los hongos, los que se detectaron tanto en las placas B como en las placas H, esto podría representar un riesgo para la salud como lo han demostrado varios estudios científicos como el realizado por Mendell en el 2011 que concluye: “Hongos en lugares cerrados pueden representar varios peligros para la salud, ya que pueden liberar esporas y compuestos tóxicos en el aire que pueden causar problemas respiratorios y otros efectos negativos en la salud”. En función de los resultados obtenidos que mostraron que el uso de la solución de dióxido de cloro produce una disminución en la cantidad de hongos en el ambiente y que cuando es aplicada de manera tópica elimina la carga bacteriana de las superficies (Hatanaka, N. et al. 2021); y, acorde a estudios realizados por Wang, W. *et al.* en 2005, en la desinfección de aguas residuales de hospitales y muestras de orina de pacientes infectados con enfermedades respiratorias relacionadas con el SARS-CoV.

Se adecuó y aplicó el siguiente protocolo de desinfección, utilizando una solución de dióxido de cloro en las instalaciones (oficinas, aulas, laboratorios y demás espacios) de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar de la ESPOL.

1. Desinfección por nebulización: utilizando un nebulizador eléctrico y una solución de 20ppm de dióxido de cloro se desinfectaron los espacios internos, abarcando el área de adentro hacia fuera y haciendo que la solución llegue a todos los rincones y extremos. Esta nebulización ayudó a disminuir significativamente la carga microbiana (virus, bacterias y hongos) suspendida en el aire y sobre las superficies de escritorios u otros objetos. Las áreas desinfectadas se mantuvieron cerradas por un tiempo de 24 horas para maximizar el efecto. Adicional, se encendieron los aires acondicionados entre 2 a 4 horas después de la esterilización para asegurar que la solución desinfectante circule por los ductos de ventilación y purifique el sistema de aclimatación.
2. Aplicación por contacto y limpieza profunda de superficies y pisos usando también una solución de 20ppm de dióxido de cloro como agente desinfectante, previamente se eliminó el polvo acumulado por el tiempo en que se mantuvo cerrada el área.
3. Para prevenir el crecimiento de microorganismos se mantuvo el área desinfectada, utilizando 200ml de solución de dióxido de cloro (20ppm) en un recipiente, para que el gas volatilizado alcance toda el área y mantenga controlada la carga microbiana del ambiente. Se recomienda usar un envase de vidrio con 200ml de una solución de 20ppm de dióxido de cloro por cada 15m²; los que deben de ser renovados cada semana.
4. Previo al retorno de personal a sus oficinas, ya sea en jornada completa o media jornada, se realizó una segunda nebulización con una solución de 20ppm de dióxido de cloro, para fortalecer la desinfección inicial.

Este procedimiento de limpieza y desinfección a base de dióxido de Cloro, además de recomendarse su uso en oficinas e instituciones educativas, también puede ser utilizado en

domicilios, con lo que contrarrestaríamos las posibilidades de contagio de algún patógeno como el SARS-CoV que afectó a la población mundial en el año 2019.

Referencias

- Aly-Kullai K., Wittmann M., Noszticzius Z. and Rosivall L. (2020). *Can chlorine dioxide prevent the spreading of coronavirus or other viral infections? Medical hypotheses*. *Physiology International* 107 (2020) 1, 1–11. DOI: 10.1556/2060.2020.00015.
- Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante bioaerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. Ministerio de Sanidad, Dirección General de Salud Pública, España. 2020 nov.
- Hatanaka, N., Xu, B., Yasugi, M., Morino, H., Tagishi, H., Miura, T., Shibata, T., Yamasaki, S. (2021). Chlorine dioxide is a more potent antiviral agent against SARS-CoV-2 than sodium hypochlorite. *Journal of Hospital Infection* 118. 20-26.
- Liu, X.J., 2003. Persistence of SARS-CoV in environment beyond expectation. *China's Science and Technology Daily*. 4 June, 2.
- Mendell, M. J., Mirer, A. G., Cheung, K., Tong, M., & Douwes, J. (2011). Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environmental health perspectives*, 119(6), 748-756.
- Milton. A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society* [Internet]. 17 de septiembre de 2020 [citado 5 de octubre de 2020];9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32706376>.
- Miura, T., & Shibata, T. (2010). Antiviral effect of chlorine dioxide against influenza virus and its application for infection control. *Open Antimicrob Agents J*, 2, pp. 71-78.
- Morino, H., Fukuda, T., Miura, T., Shibata, T. (2011) *Effect of low-concentration chlorine dioxide gas against bacteria and viruses on a glass surface in wet environments*. *Letters in Applied Microbiology* ISSN 0266-8254.
- Montaño L., Flores-Soto E. (2020). *COVID-19 y su asociación con los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y los antagonistas de los receptores para angiotensina II*. Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Ogata N. Inactivation of influenza virus haemagglutinin by chlorine dioxide: oxidation of the conserved tryptophan 153 residue in the receptor-binding site. *J Gen Virol* 2012; 93: 2558–63, <https://doi.org/10.1099/vir.0.044263-0>.
- Samson, R. A., Flannigan, B., & Flannigan, M. E. (Eds.). (2002). Health implications of fungi in indoor environments: an overview. *Indoor air*, 12(Suppl 6), 89-96.
- Tsang T, SARS-Environmental issues. Available at: <http://www.who.int/csr/sars/conference/june-2003/materials/video/en>.
- Waron and Willeke, *Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications*. Wiley Interscience, New York. 2001. Aerosol p. 1065. Bioaerosol p. 1066.
- Wang, X.-W., Li, J.-S., Jin, M., Zhen, B., Kong, Q.-X., Song, N., Li, J.-W. (2005). Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *Journal of Virological Methods*, 126(1-2), 171–177.
- World Health Organization. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-in-the-context-of-covid>.