

Título	Resumen de evidencia: Uso del ozono como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19
Código de Identificación	06242020IH
Área Solicitante	COVID-191. Comité de Crisis en Salud Pública Keralty
Nombre	COVID-191. Comité de Crisis en Salud Pública Keralty
Fecha de Respuesta	24 06 2020

Pregunta:

1. ¿Cuál es la evidencia sobre el uso del ozono como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19?

Metodología:

Se realizó una Revisión Sistemática Rápida (Manual de Revisiones Sistemáticas Rápidas. Instituto Global de Excelencia Clínica. 2019)

Términos de Búsqueda: COVID 19, Coronavirus, SARS-CoV-2, Ozono, hospital.

Tipos de estudio: Recomendaciones de sociedades científicas, agencias regulatorias y organismos referentes en salud nacionales e internacionales, revisiones sistemáticas de la literatura (RSL), meta análisis, ensayos clínicos y otros estudios primarios.

Fuentes de Información: Pubmed, Google Scholar.

Antecedentes:

La transmisión del SARS-CoV-2 vía aerosoles está demostrada y se considera una de las formas principales (Gao et al., 2020) (Yao et al., 2020). La persistencia del virus SARS-CoV-2 en el aire se ha encontrado superior a otros virus (Van Doremalen et al., 2020).

Hay incluso opiniones basadas en datos parciales como las de Morawska y Cao (2020) que indican que la transmisión del SARS-CoV-2 es un hecho. (Morawska & Cao, 2020).

Aunque la evidencia es limitada, parece existir consenso en la literatura publicada a la fecha que la transmisión por personas asintomáticas es igual que en aquellos con síntomas (Gao et al., 2020).

Descripción de la tecnología

El principio fundamental de la tecnología en evaluación es usar el ozono (O₃) como purificador de aire a partir de la propiedad que tiene el O₃ de destruir los virus difundiendo a través de la capa de proteínas en el núcleo del ácido nucleico, lo que da lugar a un daño del ARN viral. En concentraciones más altas, el ozono destruye la cápside o capa exterior de la proteína por oxidación.

De acuerdo con Ozonetech, una empresa productora de diversos generadores de ozono “Los generadores de ozono y de ozono pueden utilizarse en una amplia gama de aplicaciones de tratamiento del aire. Mediante el uso de ozono y oxidación se puede reducir eficientemente o eliminar completamente la grasa, los olores, los contaminantes y muchas otras sustancias, en varias aplicaciones.” (Ozonetech, 2020)

En la imagen 1 se aprecia un generador de ozono que se promociona en internet para purificar el aire de habitaciones.

Imagen 1, Generador de ozono portátil.



Fuente: tomado de thailandmedicalnews (2020)

La agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (EPA) señala que “el ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno. Dos átomos de oxígeno forman la molécula básica de oxígeno... el oxígeno que respiramos y que es esencial para la vida. El tercer átomo de oxígeno puede desprenderse de la molécula de ozono y volver a unirse a las moléculas de otras sustancias, alterando así su composición química. Esta capacidad de reaccionar con otras sustancias es la base de las afirmaciones de los fabricantes.” (EPA, 2020).

La EPA enfatiza que el ozono tiene efectos sobre la salud y que constituye un riesgo cuando se sobrepasan los estándares establecidos, en la tabla 1 se resume la información.

Tabla 1. Efectos sobre la salud del ozono y normas

Efectos sobre la salud	Factores de riesgo	Estándares de salud*
Riesgo potencial de experimentar:	Los factores que se espera que aumenten el riesgo y la gravedad de los efectos sobre la salud son:	La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) requiere que la salida de ozono de los dispositivos médicos en interiores no sea superior a 0,05 ppm.
Disminución de la función pulmonar	Aumento de la concentración de ozono en el aire	La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) requiere que los trabajadores no se expongan a una concentración media de más de 0,10 ppm durante 8 horas.
Agravamiento del asma	Mayor duración de la exposición para algunos efectos de salud	El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) recomienda un límite superior de 0,10 ppm, que no debe ser superado en ningún momento.
Irritación de la garganta y tos	Actividades que aumentan la frecuencia respiratoria (por ejemplo, el ejercicio)	El Estándar Nacional de Calidad del Aire Ambiente de la EPA para el ozono es una concentración promedio máxima de 8 horas en el exterior de 0.08 ppm
Dolor en el pecho y falta de aliento	Ciertas enfermedades pulmonares preexistentes (por ejemplo, el asma)	<u>See - the Clean Air Act</u>
Inflamación del tejido pulmonar		
Mayor susceptibilidad a la infección respiratoria		

(* ppm = partes por millón) Fuente: tomado de EPA (2020).

Hallazgos / Respuesta a Interrogante

A la pregunta ¿Cuál es la evidencia sobre el uso del ozono como purificador del aire ambiental en prevención del COVID-19? No se encontró evidencia del uso del ozono como purificador ambiental en prevención del COVID-19

Durante esta revisión no se encontró una publicación sobre el uso de ozono para eliminar el SARS-CoV-2, se encontró en su lugar la interacción del ozono con otros factores medio ambientales en la propagación del SARS-CoV-2 en el trabajo de Yao et al. (2020) en donde se indica que aumentar la concentración de O₃ junto con un incremento de la temperatura disminuye su transmisión así: “los datos experimentales existentes mostraron que la supervivencia del coronavirus se veía afectada negativamente por el ozono, la alta temperatura y la baja humedad. En este caso, el análisis de regresión mostró que la propagación del SARS-CoV-2 se redujo al aumentar el nivel de concentración de ozono en el ambiente de 48,83 a 94,67 µg/m³ (valor p = 0,039) y al disminuir la humedad relativa de 23,33 a 82,67% (valor p = 0,002) y la temperatura de -13,17 a 19 °C) (valor p = 0,003) observada en las ciudades chinas durante enero-marzo de 2020”

En el trabajo de Hudson et al. (2007) se encontró que el ozono es útil en eliminar el norovirus excepto en las superficies plásticas, en el estudio se establece que “para evaluar el efecto de la exposición al ozono sobre la viabilidad de los cultivos de norovirus dispuestos en superficies de plástico en habitaciones de hotel, oficinas y cabinas de barco, se utilizó un equipo generador de gas para mantenerlo a una concentración de 25 ppm en estos ambientes durante 20 minutos a una humedad del 70%. Después del tratamiento con ozono, hubo una disminución en la concentración del virus en las muestras, pero no una eliminación completa de estos microorganismos en las superficies plásticas” (Hudson et al. 2007).

El departamento de gestión e Incorporación de tecnologías en salud de Brasil (2020) señala “No existe una recomendación expresa en nuestro cuerpo normativo sobre el uso del ozono para la purificación del aire, pero se recomiendan otros procedimientos, como el control del flujo de aire, el uso de diferenciales de presión y filtros de alta eficiencia. En este contexto, es importante que cada institución sanitaria mantenga un programa de garantía y mantenimiento de la calidad del aire de acuerdo con las normas especificadas para cada tipo de entorno. El ozono es eficaz para la inactivación in vitro de diversos microorganismos, entre ellos bacterias patógenas y virus importantes en la infección hospitalaria, pero no se ha establecido su uso en la desinfección o esterilización de entornos o zonas hospitalarias” (DGITIS/SCTIE/MS, 2020).

La EPA (2020) por su parte señala sobre el uso del ozono para purificar el aire ambiental que “Las pruebas científicas disponibles demuestran que en concentraciones que no superan las normas de salud pública, el ozono tiene poco potencial para eliminar los contaminantes del aire interior. Algunos fabricantes o vendedores sugieren que el ozono hará inofensivos a casi todos los contaminantes químicos al producir una reacción química cuyos únicos subproductos son el dióxido de carbono, el oxígeno y el agua. Esto es engañoso. En primer lugar, un examen de la investigación científica muestra que, para muchas de las sustancias químicas que se encuentran comúnmente en los ambientes interiores, el proceso de reacción con el ozono puede tardar meses o años (Boeniger, 1995). A efectos prácticos, el ozono no reacciona en absoluto con esas sustancias químicas. Y, contrariamente a lo que afirman algunos vendedores, los generadores de ozono no son eficaces para eliminar el monóxido de carbono (Salls, 1927; Shaughnessy y otros, 1994) o el formaldehído (Esswein y Boeniger, 1994). En segundo lugar, para muchas de las sustancias químicas con las que el ozono reacciona fácilmente, la reacción puede formar una variedad de subproductos perjudiciales o irritantes (Weschler y otros, 1992a, 1992b, 1996; Zhang y Liroy, 1994). Por ejemplo, en un experimento de laboratorio en el que se mezcló el ozono con productos químicos de alfombras nuevas, el ozono redujo muchos de esos

productos químicos, incluidos los que pueden producir el olor de las alfombras nuevas. Sin embargo, en el proceso, la reacción produjo una variedad de aldehídos, y la concentración total de productos químicos orgánicos en el aire aumentó en lugar de disminuir después de la introducción del ozono (Weschler, et. al., 1992b). Además de los aldehídos, el ozono también puede aumentar las concentraciones interiores de ácido fórmico (Zhang y Lioy, 1994), que pueden irritar los pulmones si se producen en cantidades suficientes. Algunos de los posibles subproductos producidos por las reacciones del ozono con otras sustancias químicas son en sí mismos muy reactivos y capaces de producir subproductos irritantes y corrosivos (Weschler y Shields, 1996, 1997a, 1997b). Dada la complejidad de las reacciones químicas que se producen, es necesario realizar investigaciones adicionales para comprender más cabalmente las complejas interacciones de las sustancias químicas de interiores en presencia del ozono. En tercer lugar, el ozono no elimina las partículas (por ejemplo, el polvo y el polen) del aire, incluidas las partículas que causan la mayoría de las alergias. Sin embargo, algunos generadores de ozono se fabrican con un "generador de iones" o "ionizador" en la misma unidad. Un ionizador es un dispositivo que dispersa iones cargados negativamente (y/o positivamente) en el aire. Estos iones se adhieren a las partículas del aire dándoles una carga negativa (o positiva) para que las partículas se adhieran a las superficies cercanas como paredes o muebles, o se adhieran unas a otras y se asienten fuera del aire. En experimentos recientes, se ha descubierto que los ionizadores son menos eficaces para eliminar partículas de polvo, humo de tabaco, polen o esporas de hongos que los filtros de partículas de alta eficiencia o los precipitadores electrostáticos. (Shaughnessy y otros, 1994; Pierce y otros, 1996). Sin embargo, de otros experimentos se desprende que la eficacia de los limpiadores de aire de partículas, incluidos los precipitadores electrostáticos, los generadores de iones o los filtros de pliegues, varía mucho (U.S. EPA, 1995)" (EPA, 2020).

En relación al uso del ozono para remover del aire virus, bacterias u hongos del aire la EPA indica que no tiene evidencia a favor de este uso, y antes hay precauciones sobre el daño que puede sobrevenir de este manejo "Algunos datos sugieren que los niveles bajos de ozono pueden reducir las concentraciones en el aire e inhibir el crecimiento de algunos organismos biológicos mientras el ozono esté presente, pero las concentraciones de ozono tendrían que ser de 5 a 10 veces superiores a las que permiten las normas de salud pública antes de que el ozono pueda descontaminar el aire lo suficiente como para impedir la supervivencia y la regeneración de los organismos una vez eliminado el ozono (Dyas, et al., 1983; Foarde et al., 1997). Incluso en altas concentraciones, el ozono puede no tener ningún efecto sobre los contaminantes biológicos incrustados en material poroso como el revestimiento de conductos o las baldosas de los techos (Foarde et al., 1997). En otras palabras, el ozono producido por los generadores de ozono puede inhibir el crecimiento de algunos agentes biológicos mientras está presente, pero es poco probable que descontamine completamente el aire a menos que las concentraciones sean lo suficientemente altas como para ser dañinas para la salud humana, Incluso con altos niveles de ozono, los contaminantes incrustados en material poroso pueden no verse afectados en absoluto." (EPA, 2020)

Finalmente la EPA enfatiza que el uso de generadores de ozono no tiene como garantizar la no toxicidad tras su uso en una habitación sin personas "el ozono se ha utilizado ampliamente para la purificación del agua, pero la química del ozono en el agua no es lo mismo que la química del ozono en el aire. Las altas concentraciones de ozono en el aire, cuando no hay personas presentes, se utilizan a veces para ayudar a descontaminar un espacio desocupado de ciertos contaminantes químicos o biológicos o de olores (por ejemplo, la restauración de incendios). Sin embargo, se sabe poco acerca de los subproductos químicos que dejan estos procesos (Dunston y Spivak, 1997). Si bien las altas concentraciones de ozono en el aire pueden a veces ser apropiadas en estas circunstancias, las condiciones deben estar suficientemente controladas para asegurar que ninguna persona o animal doméstico quede expuesto. El ozono puede afectar negativamente a las plantas de interior y dañar

materiales como el caucho, los revestimientos de cables eléctricos y los tejidos y obras de arte que contienen tintes y pigmentos susceptibles (U.S. EPA, 1996a).” (EPA, 2020).

A la pregunta directa a la EPA sobre si ¿Un generador de ozono nos protegerá a mí y a mi familia de COVID-19? La EPA responde “No, no use generadores de ozono en espacios ocupados. Cuando se utiliza en concentraciones que no superan las normas de salud pública, el ozono aplicado al aire interior no elimina eficazmente los virus, las bacterias, el moho u otros contaminantes biológicos. Visite el sitio web de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades para conocer las mejores prácticas para protegerse a sí mismo y a su familia.” (EPA, 2020b)

La Organización Mundial de la Salud no tiene incluido el uso del ozono como mecanismo de desinfección en el manejo de la pandemia por COVID-19.(WHO, 2020).

Posiciones de Organismos de Salud

Las posiciones de los organismos de salud van desde no incluir al ozono como purificador de aire ambiental a efectivamente no recomendar su uso. Tabla 2.

Tabla 2. Posiciones de los organismos de salud frente al uso del O₃ como purificador de aire.

Instituto/Organización	Ozono como purificador de aire ambiental para eliminar el SARS-CoV-2
Center for Disease Control	Sólo para desinfectar el agua y objetos, no habitaciones (CDC, 2020)
Organización Mundial de la Salud (OMS)	No lo menciona (WHO, 2020)
European Centre for Disease Prevention and Control	No hay recomendación específica de uso en contexto COVID-19. (ECDC, 2020)
Public Health (United Kingdom) NHS & Salud Pública UK	No lo menciona (Public Health England, 2020)
Ministerio de Salud de Colombia	Recomienda el no uso de cámaras de aspersión, arcos o demás relacionados que suministren ozono. (Ministerio de Salud, 2020)
Ministerio de Salud de Brasil	No usarlo (DGITIS/SCTIE/MS, 2020).

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de las instituciones.

Conclusiones / Recomendaciones generales:

1. La evidencia sobre el uso del ozono para eliminar virus está relacionada al uso de desinfección de agua y objetos, no habitaciones ni como purificador de aire ambiental.
2. El ozono en bajas concentraciones ambientales puede provocar hipersensibilidad bronquial, edema pulmonar, y en concentraciones moderadas a altas puede provocar jaquecas, cianosis, irritación de piel y ojos así como función renal reducida.

Recomendaciones para los profesionales de la salud:

No se recomienda el uso del ozono para desinfectar el aire de habitaciones.

Recomendaciones para comunidad:

El uso del ozono para desinfectar el aire de habitaciones no se recomienda.

Bibliografía

1. Boeniger, Mark F. (1995). Use of Ozone Generating Devices to Improve Indoor Air Quality. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 56: 590-598.
2. Center for Disease Control (CDC). (2020). Cleaning And Disinfecting Your Home. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/disinfecting-your-home.html>
3. Center for Disease Control (CDC). (2020). Infection Control Guidance for Healthcare Professionals about Coronavirus (COVID-19). Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control.html>
4. Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias e Inovação em Saúde – DGITIS/SCTIE/MS. Ministério da saúde Brasil. (2020). Uso da tecnologia do gás de ozônio na purificação do ar ambiente contra o coronavírus submetidas pela empresa Astech Serviços e Fabricação Ltda®. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2020/May/11/Utilizacao-Ozonio-Astech-COVID19.pdf>
5. Dunston, N.C.; Spivak, S.M. (1997). A Preliminary Investigation of the Effects of Ozone on Post-Fire Volatile Organic Compounds. *Journal of Applied Fire Science*. 6(3): 231-242.
6. Dyas, A.; Boughton, B.J.; Das, B.C. (1983). Ozone Killing Action Against Bacterial and Fungal Species; Microbiological Testing of a Domestic Ozone Generator. *Journal of Clinical Pathology*. 36:1102-1104.
7. Elvis, A. M., & Ekta, J. S. (2011). Ozone therapy: A clinical review. *Journal of natural science, biology, and medicine*, 2(1), 66–70. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.82319>
8. Esswein, Eric J.; Boeniger, Mark F. (1994). Effects of an Ozone-Generating Air-Purifying Device on Reducing Concentrations of Formaldehyde in Air. *Applied Occupational Environmental Hygiene*. 9(2):139-146.
9. European Center for Disease Control. (2020). Technical report: COVID-19 infection prevention and control for primary care, including general practitioner practices, dental clinics and pharmacy settings 9 June 2020. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-and-control-primary-care-dental-pharmacies.pdf>
10. Foarde, K.; van Osdell, D.; and Steiber, R.(1997). Investigation of Gas-Phase Ozone as a Potential Biocide. *Applied Occupational Environmental Hygiene*. 12(8): 535-542.
11. Gao, Z., Xu, Y., Sun, C., Wang, X., Guo, Y., Qiu, S., & Ma, K. (2020). A Systematic Review of Asymptomatic Infections with COVID-19. *Journal of microbiology, immunology, and infection = Wei mian yu gan ran za zhi*,

- 10.1016/j.jmii.2020.05.001. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.001>
12. Hudson, J. B., Sharma, M., & Petric, M. (2007). Inactivation of Norovirus by ozone gas in conditions relevant to healthcare. *The Journal of hospital infection*, 66(1), 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.12.021>
 13. Li, H., Xu, X. L., Dai, D. W., Huang, Z. Y., Ma, Z., & Guan, Y. J. (2020). Air Pollution and temperature are associated with increased COVID-19 incidence: a time series study. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*, S1201-9712(20)30383-0. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.076>
 14. Ministerio de Salud . (2020). Guía institucional Guía para la recomendación de no uso de sistemas de aspersion de desinfectantes sobre personas para la prevención del contagio de COVID – 19. Consultado el 20 de junio de 2020 en <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GIPG20.pdf>
 15. Morawska, L., & Cao, J. (2020). Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environment international*, 139, 105730. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
 16. Ozonetech. (2020). Air Treatment. Consultado el 21 de junio de 2020 en <https://www.ozonetech.com/air-treatment>
 17. Public Health England. (2020): Summary of disinfection technologies for microbial control. Consultado el 20 junio de 2020 en https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/888753/4a_EMG_-_Summary_disinfection_18052020_S0406.pdf
 18. Salls, Carroll, M. (1927). The Ozone Fallacy in Garage Ventilation. *The Journal of Industrial Hygiene*. 9:12. December.
 19. Sawyer, W.A.; Beckwith, Helen I.; and Skolfield, Esther M. (1913). The Alleged Purification of Air By The Ozone Machine. *Journal of the American Medical Association*. November 13.
 20. Sharma, A. K., & Balyan, P. (2020). Air pollution and COVID-19: Is the connect worth its weight?. *Indian journal of public health*, 64(Supplement), S132–S134. https://doi.org/10.4103/ijph.IJPH_466_20
 21. Shaughnessy, R.J.; and Oatman, L. (1991). The Use of Ozone Generators for the Control of Indoor Air Contaminants in an Occupied Environment. *Proceedings of the ASHRAE Conference IAQ '91. Healthy Buildings*.ASHRAE, Atlanta.
 22. Shaughnessy, Richard, J.; Levetin, Estelle; Blocker, Jean; and Sublette, Kerry L. (1994). Effectiveness of Portable Indoor Air Cleaners: Sensory Testing Results. *Indoor Air. Journal of the International Society of Indoor Air Quality and Climate*. 4:179-188.
 23. Thailand Medical News. (2020). Ozone Can Be Used To Destroy The New Coronavirus And Disinfect Areas. Published on February 5 2020. Consultado el 19 de junio de 2020 en <https://www.thailandmedical.news/news/ozone-can-be-used-to-destroy-the-new-coronavirus-and-disinfect-areas>
 24. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). (1995). Ozone Generators in Indoor Air Settings. Report prepared for the Office of

- Research and Development by Raymond Steiber. National Risk Management Research Laboratory. U.S. EPA. Research Triangle Park. EPA-600/R-95-154.
25. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). (1996). Air Quality Criteria for Ozone and Related Photochemical Oxidants. Research Triangle Park, NC: National Center for Environmental Assessment-RTP Office; report nos. EPA/600/P-93/004aF-cF, 3v. NTIS, Springfield, VA; PB-185582, PB96-185590 and PB96-185608.
 26. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). (2020). Ozone Generators that are Sold as Air Cleaners. Consultado el 21 de junio de 2020 en <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/ozone-generators-are-sold-air-cleaners>.
 27. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). (2020). Will an Ozone Generator protect me and my family from COVID-19?. Consultado el 21 de junio de 2020 en <https://www.epa.gov/coronavirus/will-ozone-generator-protect-me-and-my-family-covid-19>
 28. Van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A., Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E., & Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. The New England journal of medicine, 382(16), 1564–1567. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
 29. Weschler, Charles J; and Shields, Helen C. (1996). Production of the Hydroxyl Radical in Indoor Air. Environmental Science and Technology. 30(11):3250-3268.
 30. Weschler, Charles J; Shields, Helen C. (1997a). Measurements of the Hydroxyl Radical in a Manipulated but Realistic Indoor Environment. Environmental Science and Technology. 31(12):3719-3722.
 31. Weschler, Charles J; Shields, Helen C. (1997b). Potential Reactions Among Indoor Pollutants. Atmospheric Environment. 31(21):3487-3495.
 32. Weschler, Charles J.; Brauer, Michael; and Koutrakis, Petros. (1992a). Indoor Ozone and Nitrogen Dioxide: A Potential Pathway to the Generation of Nitrate Radicals, Dinitrogen Pentoxide and Nitric Acid Indoors. Environmental Science and Technology. 26(1):179-184.
 33. Weschler, Charles J.; Hodgson Alfred T.; and Wooley, John D. (1992b). Indoor Chemistry: Ozone, Volatile Organic Compounds and Carpets. Environmental Science and Technology. 26(12):2371-2377.
 34. Weschler, Charles J.; Shields, Helen, C.; and Naik, Datta V. (1989). Indoor Ozone Exposures. JAPCA Journal. 39(12):1562-1568.
 35. Weschler, Charles J.; Shields, Helen, C.; and Naik, Datta V. (1996). The Factors Influencing Indoor Ozone Levels at a Commercial Building in Southern California: More than a Year of Continuous Observations. Tropospheric Ozone. Air and Waste Management Association. Pittsburgh.
 36. World Health Organization. (2020). Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19: Interim guidance, May 15 2020. Consultado el 19 de junio de 2020 en <https://www.paho.org/es/file/65290/download?token=h-0lBuVZ>
 37. Yao, M., Zhang, L., Ma, J., & Zhou, L. (2020). On airborne transmission and control of SARS-Cov-2. The Science of the total environment, 731, 139178. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139178>

38. Zhang, Junfeng and Liou, Paul J. (1994). Ozone in Residential Air: Concentrations, I/O Ratios, Indoor Chemistry and Exposures. *Indoor Air. Journal of the International Society of Indoor Air Quality and Climate*. 4:95-102.