

Recibido: 28.07.2021 • Aceptado: 01.09.2021

Palabras clave: Desinfectantes, impactos ambientales, SARS-CoV-2

Efectos del uso excesivo de **desinfectantes** en tiempos de **pandemia**



KARLA XIMENA VARGAS BERRONES

karla.vargas@uaslp.mx

LUIS FERNANDO GARCÍA GÓMEZ

MAGDALENA MICHEL GÓMEZ SILVA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UASLP

El 30 de enero del año 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció un nuevo brote de coronavirus, con origen en la ciudad de Wuhan (China). Este virus rápidamente se diseminó por el mundo; el 11 de marzo del mismo año se declaró como pandemia y emergencia de salud pública (OMS, 2021). El Severe Acute Respiratory Syndrome–CoronaVirus 2 (SARS-CoV-2) es el agente patógeno responsable de la COVID-19, enfermedad infecciosa que puede evolucionar desde un cuadro viral leve hasta la falla multiorgánica y muerte (Abarca *et al.*, 2020), lo que ha provocado el fallecimiento de más de seis millones de personas, según la ONU México, a dos años de su aparición. Estados Unidos de América, India, Brasil, Reino Unido y México son los países con mayor número de decesos (OMS, 2021). Esta enfermedad se transmite principalmente por contacto directo con personas infectadas a través de la saliva. Sin embargo, estudios recientes han determinado que el contagio también puede presentarse de forma indirecta a través de la exposición física con superficies inanimadas que se encuentren contaminadas (Marqués y Domingo, 2020). Ante esta premisa, diversas autoridades sanitarias han realizado un esfuerzo para promover el uso de cubrebocas, el distanciamiento social, así como la desinfección en zonas públicas y hospitalarias (OMS, 2020). Para la desinfección de lugares y superficies, las autoridades sanitarias han recomendado el uso de desinfectantes a base de sales cuaternarias de amonio (QAC) y a base de cloro (hipoclorito de sodio) (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2021; Gobierno de México, 2020).

Ante el riesgo de contagio, parte de la población está presentando comportamientos inadecuados con respecto a la preparación, uso, manejo, almacenamiento y disposición de desinfectantes. De acuerdo con Gharpure *et al.* (2020), aproximadamente el 39 por ciento de la población realiza prácticas peligrosas con el fin de evitar la propagación del SARS-CoV-2, como aplicar desinfectantes en productos alimenticios, en la piel e incluso inhalarlos. Este uso desmedido e inconsciente ocasiona un incremento importante en la generación de residuos, se contamina el agua potable y se pone en riesgo la salud humana y ambiental (Zhang *et al.*, 2020). Por lo tanto, es importante informar a la población y difundir el uso racional y seguro de los desinfectantes, para minimizar impactos potenciales a la salud y al ambiente (Dindarloo *et al.*, 2020).

Sales cuaternarias de amonio (QAC)

Son uno de los ingredientes activos más comunes entre los desinfectantes utilizados por su alta disponibilidad y versatilidad. Tienen diversos usos como agentes desinfectantes, antimicrobianos y limpiadores de superficies. Debido a sus propiedades antimicrobianas de amplio espectro contra bacterias, hongos y virus, los QAC se han utilizado en el hogar, en la industria alimenticia,

agrícola y clínica para controlar la propagación de patógenos de transmisión ambiental (Hora, Pati, McNamara y Arnold, 2020). Según su variación de sustituyentes, actividad y adaptabilidad, estos compuestos se han clasificado en cinco generaciones (Ferreira, 2015; Diomed *et al.*, 2017):

- a) La primera está compuesta por cloruros de benzalconio.
- b) La segunda se conforma por cloruros de benzalconio sustituidos. Ambos son utilizados como anti-sépticos y presentan un amplio uso en desinfección hospitalaria.
- c) La tercera es una mezcla de sales cuaternarias de amonio que ofrece una mayor actividad biocida y menor toxicidad para el usuario.
- d) La cuarta son sales cuaternarias de amonio con doble cadena, que mejoran su actividad germicida aun en presencia de aguas duras (con alta concentración de sales).
- e) La quinta son mezclas de sales cuaternarias de amonio de segunda y cuarta generación, ofrecen un excelente rendimiento germicida y son activas incluso en las condiciones más hostiles, así que proporcionan mayor seguridad al usuario.

Cualquiera de las generaciones de sales cuaternarias de amonio son adecuadas y se han convertido en una herramienta para inactivar el virus SARS-CoV-2 en superficies (DeLeo *et al.*, 2020).

Sin embargo, se han encontrado residuos de sales cuaternarias de amonio en concentraciones en cuerpos de agua y en sedimentos de hasta de 6653 nanogramos por litro (ng L⁻¹) y 294 000 nanogramos por gramos (ng g⁻¹) (Wieck *et al.*, 2018; Ruan *et al.*, 2014), respectivamente. En consecuencia, y debido a la pandemia por SARS-CoV-2, se prevé que la mayor parte de las aplicaciones que tienen las sales cuaternarias de amonio conducirán a su eventual liberación en alcantarillas y plantas tratadoras de agua, así que las concentraciones incrementarán de forma extraordinaria (Hora, Pati, McNamara y Arnold, 2020). Además, las sales cuaternarias de amonio en las plantas tratadoras de agua reaccionan con el cloro (proveniente principalmente del hipoclorito de sodio) y forman compuestos capaces de causar cáncer, como las cloraminas (Hora, Pati, McNamara y Arnold, 2020) y nitrosaminas (Mitch y Sedlak, 2004). Los estudios de Zhang *et al.*, (2015) evalúan y consideran la toxicidad por la exposición a estos compuestos. Mientras que Purohit *et al.* (2000) han demostrado que la exposición a las sales cuaternarias de amonio provocan broncoconstricción en humanos. Aun así, debido a la falta de datos de toxicidad crónica y al número limitado de mediciones de exposición, es difícil establecer una evaluación de riesgos con respecto a la exposición de este compuesto (Hora, Pati, McNamara y Arnold, 2020).

Hipoclorito de sodio

También conocido como cloro o lejía, es un compuesto químico ampliamente utilizado por sus propiedades desinfectantes. Es una sal prehidratada que se descompone lentamente cuando entra en contacto con el aire y se caracteriza por ser oxidante, inestable y corrosiva (NCBI, 2021). Las concentraciones típicas del hipoclorito de sodio que se encuentran en los productos comerciales oscilan entre 0.5 y 5.25 por ciento (Juárez, 2001). Mezclado con agua, el hipoclorito de sodio genera ácido hipocloroso, el cual le confiere sus propiedades biocidas. Su aplicación industrial es común y tiene amplios usos que van desde la limpieza de textiles hasta la purificación de agua. Aunque tiene una toxicidad muy baja

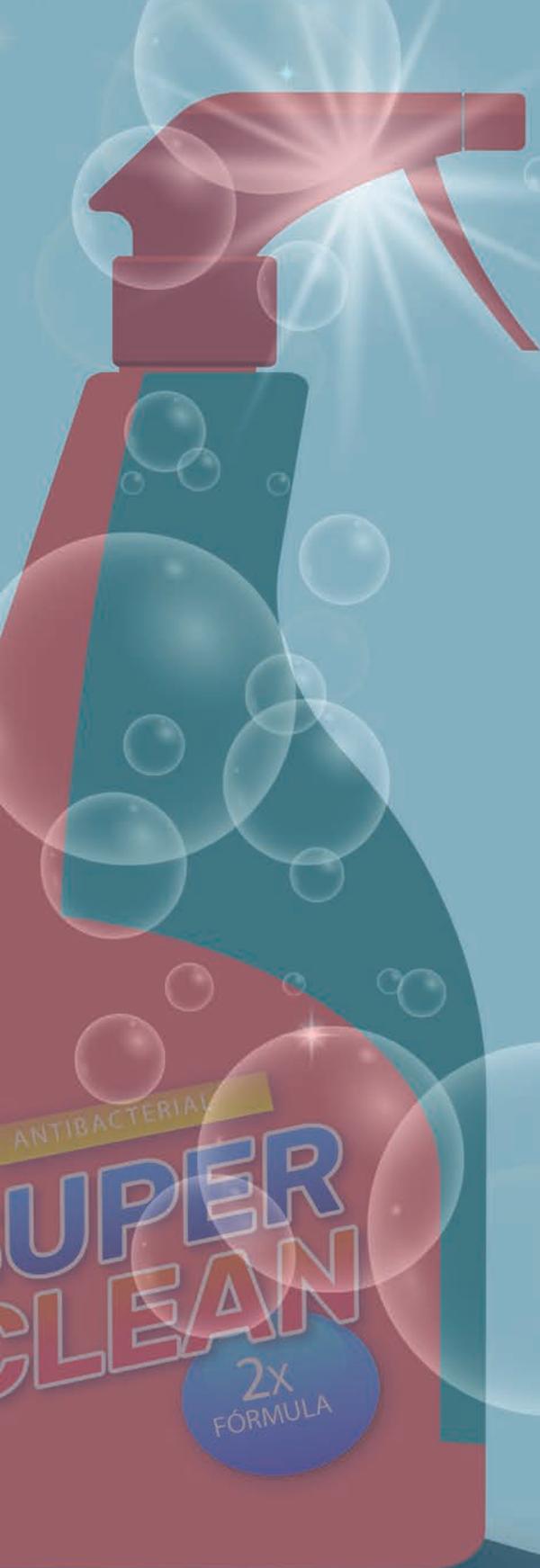
en las concentraciones utilizadas para la desinfección médica, es común que se comercialice en soluciones concentradas en las que existe un potencial significativo de toxicidad (Peck, Workeneh, Kadikoy, Patel y Abdellatif, 2011).

Cuando el hipoclorito de sodio entra en contacto con el agua residual reacciona con los precursores orgánicos presentes (ácidos húmicos y fúlvicos), así se originan los subproductos tóxicos para el medio acuático, como los trihalometanos (THM) y ácidos haloacéticos (HAAs) (Conagua, 2017; Rodríguez *et al.*, 2007; Lahora *et al.*, 2019). Las concentraciones encontradas en cuerpos de agua normalmente no rebasan los límites establecidos por la OMS y la Agencia de Protección Ambiental (EPA); sin embargo, se han encontrado altas concentraciones de THM y HAAs en agua potable debido a la contaminación de ríos y a la falta de regulación en las plantas tratadoras de agua (Ahmed, 2019). Por su parte, el hipoclorito de sodio por sus propiedades oxidantes debe manejarse con suma precaución, ya que, dependiendo de la concentración en la que se encuentre, así como de la vía de exposición al mismo, puede ocasionar desde una lesión local, efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos, hasta la muerte (Peck, Workeneh, Kadikoy, Patel y Abdellatif, 2011). Por ejemplo, estudios previos han demostrado que la ingestión de una pequeña cantidad de blanqueador doméstico (3-6 por ciento hipoclorito de sodio) provoca una irritación gastrointestinal, mientras que, concentraciones más elevadas (mayores al 10 por ciento) pueden ocasionar lesiones corrosivas graves en la boca, la garganta, el esófago y el estómago, acompañado de hemorragia, perforación y eventualmente la muerte (ATSDR, 2016).

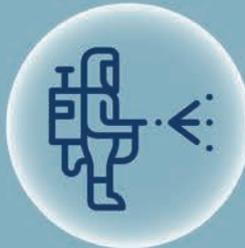
¿A qué se debe el uso excesivo de desinfectantes?

Una de las razones es la poca o nula regulación con respecto a dichos compuestos. En Estados Unidos de América, los desinfectantes químicos líquidos destinados a su uso en superficies de contacto clínico están regulados por la EPA; mientras que cualquier otro desinfectante está regulado por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). Los desinfectantes destinados a su uso en superficies de contacto clínico (manijas de luz, cabezales de rayos radiográficos o perillas de cajones) o superficies de limpieza (pisos, paredes

Consecuencias del uso excesivo de desinfectantes



Durante la pandemia, de la que vamos saliendo, hubo una inadecuada preparación, almacenamiento, uso, manejo y disposición de desinfectantes. ¿Las consecuencias? Un incremento importante en la generación de residuos, contaminación del agua potable y riesgo para la salud humana y ambiental.



La desinfección de superficies en espacios públicos y privados fue una de las medidas preventivas de contagio emitida por las autoridades sanitarias.



Las sales cuaternarias de amonio y el hipoclorito de sodio son los ingredientes más activos en los desinfectantes, son capaces de inactivar el virus SARS-COV-2, pero se vuelven tóxicos en altas concentraciones o al combinarse con otras sustancias.



El uso excesivo de desinfectantes se debe a la poca o nula regulación de los mencionados compuestos. En México, los plaguicidas están regulados por la Cofepris y Semarnat. Sin embargo, sólo se les encuentra bajo un registro sanitario, a algunas sustancias químicas como desinfectantes de uso común se les deja fuera.



Por ello es importante informar a la población sobre el uso racional y seguro de los desinfectantes, para minimizar impactos potenciales, cuidar nuestra salud y entorno.

o fregaderos) están regulados en el comercio interestatal por la División de Antimicrobianos de la Oficina de Programas de Plaguicidas EPA, bajo la autoridad de la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA, por sus siglas en inglés) de 1947, enmendada en 1996. Algunas de las sustancias permitidas por dichas autoridades son el hipoclorito de sodio, peróxido de hidrogeno, isopropanol, ácido cítrico, carbonato de sodio peroxihidratado, ácido peroxiacético, etanol, cloruro de didecildimetilamonio y cloruro de benzalconio.

La Unión Europea regula los desinfectantes a través de la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA), bajo el Reglamento sobre Productos Biocidas (BPR) 528/2012 que trata sobre la comercialización y el uso de biocidas que se utilizan para proteger a las personas y a los animales, así como materiales o artículos contra organismos nocivos (ECHA, 2012). El BPR mantiene el enfoque regulatorio en dos etapas: la aprobación y la autorización. En la primera etapa, las sustancias activas están sujetas a un proceso de aprobación, cuyo objetivo es ser incluido en una lista de sustancias activas. La concesión de la autorización señala el biocida cumple con los requisitos del BPR en cuanto a seguridad y eficacia y puede estar disponible y utilizarse en los países pertenecientes a la Unión Europea. Algunos ejemplos de las sustancias activas clasificadas como seguras y eficaces son el cloruro de alquil (C12-18) dimetilbencil amonio, cloruro de didecildimetilamonio, alcohol bencílico, ácido bórico, hipoclorito de sodio, dióxido de carbono, ácido cítrico, etanol y peróxido de hidrógeno.

En los países en vías de desarrollo se carecen o tienen limitadas regulaciones al respecto. Por ejemplo, en México, los plaguicidas están regulados por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). No obstante, sólo se les encuentra bajo un registro sanitario; a otras sustancias químicas, como desinfectantes de uso común, se les deja fuera.

Preocupación sobre el uso incorrecto de los desinfectantes

La persistencia del SARS-CoV-2 en superficies, así como el potencial riesgo de contagio indirecto, hace que la búsqueda de un desinfectante eficaz sea imprescindible.

Se prevee que la mayor parte de las aplicaciones que tienen las sales cuaternarias de amonio conducirán a su eventual liberación en alcantarillas y plantas tratadoras de agua

Es doctora en ciencias ambientales por el Posgrado Multidisciplinario en Ciencias Ambientales de la UASLP. Es profesora hora clase en la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP, en donde desarrolla el proyecto “Desarrollo de nuevas materias primas no tóxicas y biodegradables para la fabricación de productos de limpieza”.



Se ha demostrado que tanto el hipoclorito de sodio como los QAC, son capaces de inactivar dicho virus (Xiling *et al.*, 2021). Sin embargo, ante la falta de concienciación sobre el uso, manejo y disposición de los desinfectantes, así como la desinformación general de la población, el riesgo a la salud humana y ambiental incrementa (Rai, Ashok y Akondi, 2020). Por ejemplo, se ha reportado el uso del hipoclorito de sodio al 10 por ciento mezclado con vinagre y agua caliente para desinfectar alimentos, esto ha ocasionado problemas respiratorios (Chang *et al.*, 2020). Otro problema que se ha presentado es la generación de gases tóxicos (cloroformo) por la mezcla del hipoclorito de sodio con alcohol para desinfectar superficies (Raj *et al.*, 2020). Adicionalmente, se ha demostrado que el hipoclorito de sodio y las sales cuaternarias de amonio incrementan el riesgo de desarrollar asma (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, EPOC), infertilidad y deterioro del desarrollo cerebral en los niños (Fair, 2020). Por lo expuesto anteriormente, es indispensable promover el uso racional de desinfectantes y exhortar a los consumidores a leer las etiquetas de estos para conocer su correcto uso, manejo y disposición. Asimismo, se espera que las autoridades evalúen e implementen marcos regulatorios con respecto al consumo de dichos desinfectantes para así minimizar riesgos potenciales a la salud humana y ambiental.

Mientras tanto, se recomienda el uso de desinfectantes biodegradables y a base de mezclas. Por ejemplo, los elaborados a base de sales cuaternarias de amonio, extractos cítricos y surfactantes orgánicos, debido a que la mezcla podría inhibir y minimizar los posibles impactos ambientales y a la salud humana.

Comentarios finales

Ante la persistencia y extensión del SARS-CoV-2 en todo el mundo, la aparición de nuevas variantes, el incremento del número de casos confirmados y de muertes, así como la desigualdad de la vacunación en la población, provoca

que la contención de la pandemia persista a través de las medidas básicas ya establecidas: el uso de cubrebocas, el distanciamiento social y la desinfección de superficies contaminadas. Esto último implica un mayor consumo de desinfectantes, lo cual, aunado al escaso marco regulatorio y la falta de información sobre su uso, manejo y disposición, hacen que se les dé un empleo inapropiado que repercute en la salud humana y ambiental. Se recomienda realizar esfuerzos de difusión y educación a la población en general con respecto al uso apropiado de desinfectantes, así como de estipular un marco regulatorio que garantice su uso y disposición adecuada. **LP**

Referencias bibliográficas:

- Hora, P., Pati, S., McNamara, P. y Arnold, W. (2020). Increased Use of Quaternary Ammonium Compounds during the SARS-CoV-2 Pandemic and Beyond: Consideration of Environmental Implications. *Environmental Science & Technology Letters*, 7(9), pp. 622-631.
- DeLeo, P. C., Huynh, C., Pattanayek, M., Clark Schmid, K. y Pechacek, N. (2020). Assessment of ecological hazards and environmental fate of disinfectant quaternary ammonium compounds, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 206, 111116.
- Zhang, C., Cui, F., Zeng, G.-m., Jiang, M., Yang, Z.-z., Yu, Z. et al. (2015). Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment. *Science of the Total Environment*, pp. 352-362. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.007
- Peck, B., Workeneh, B., Kadikoy, H., Patel, S. J. y Abdellatif, A. (2011). Spectrum of sodium hypochlorite toxicity in man-also a concern for nephrologists. *NDT plus*, 4(4), pp. 231-235. doi:https://doi.org/10.1093/ndtplus/sfr053
- Rai, N. K., Ashok, A. y Akondi, B. R. (2020). Consequences of chemical impact of disinfectants: safe preventive measures against COVID-19. *Critical Reviews in Toxicology*, 50(6), pp. 513-520. doi:https://doi.org/10.1080/10408444.2020.1790499