

## DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE GOTAS, MICROGOTAS Y VAPORES PARA LA SANITIZACIÓN DE AMBIENTES. DGAPA-PAPIIT

MARÍA TERESA ORTA LEDESMA  
E ISAURA YAÑEZ NOGUEZ

En los últimos años, la importancia de la desinfección en el ambiente se incrementó cuando a causa del virus SARS-CoV-2, se originó la pandemia (COVID-19) sin precedentes. A nivel mundial, diferentes investigaciones se han desarrollado en torno al virus y su comportamiento: principales vías de transmisión, estrategias de prevención de contagios, así como el estudio de opciones para la desinfección de superficies y espacios. En este contexto, debido a que los estudios científicos han confirmado que el virus SARS-CoV-2 se transmite principalmente por la inhalación de microgotas en aerosol; investigadores de la UNAM en colaboración con el Instituto de Ingeniería, la Facultad de Química y el Instituto de Investigaciones en Materiales, desarrollan estrategias para inactivar el virus principalmente a través de los aerosoles.

Actualmente, los agentes de desinfección más usados son el peróxido de hidrógeno, el ácido per-acético y el glutaraldehído, cuyo mecanismo de acción es a través de reacciones de oxidación que los vuelven peligrosos y tóxicos al emplearse en ambientes sociales. El propósito fundamental del proyecto,

es combatir microgotas virales mediante la aplicación de microgotas de tensoactivos específicos con acción biocida y microgotas de ozono (Figura 1).

- Tensoactivos: Estos no deben tener efectos tóxicos en personas. Por su origen biológico, los tensoactivos, carecen de actividad citotóxica, tienen potenciales biocida y virucida, además, son de uso común en la industria de limpieza e higiene.
- Ozono: Es el desinfectante más eficaz que posee la más alta capacidad oxidativa de la materia orgánica y es ampliamente usado para la desinfección tanto del agua para uso como para consumo humano. Elimina en pocos segundos virus, bacterias, quistes, hongos, toxinas, algas y protozoos; además, mejora el sabor y olor en el agua. Se desintegra rápidamente. El ozono tiene la versatilidad de poder utilizarse disuelto en agua o en forma gaseosa en ambientes.

Para establecer una propuesta sistemática de desinfección de espacios, las tres entidades de la UNAM, desarrollan formulaciones químicas y la aplicación del ozono como desinfectantes en aerosoles. En particular, el Instituto de Ingeniería desarrolló e implementó técnicas microbiológicas y de muestreo, que permiten la detección de partículas virales para evaluar la eficacia virucida y los porcentajes de inactivación de virus gracias al uso de aerosoles. Para el establecimiento de dichas metodologías, se diseñó y desarrolló una cámara de contacto (patente en trámite), en la cual, se llevaron a cabo los ensayos de inactivación de virus en aerosol en un ambiente controlado. Los resultados fueron extrapolados a ambientes reales (salón de prueba).

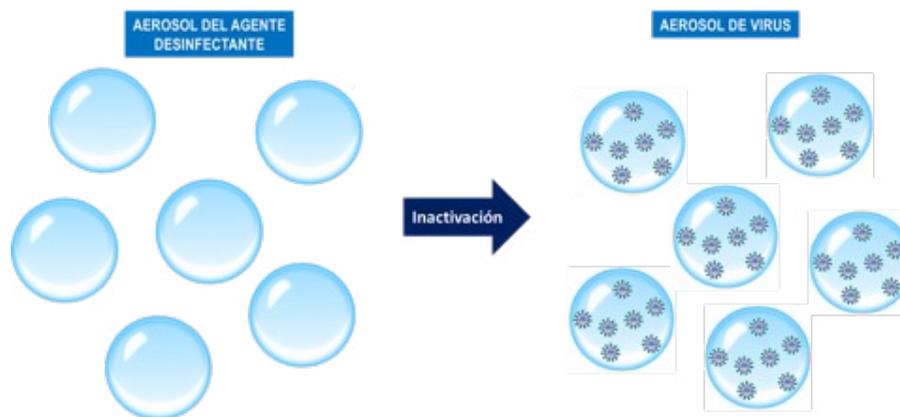


Figura 1. Interacción de microgotas virales con microgotas de tensoactivos específicos con acción biocida y microgotas de ozono

## Virus indicadores o bacteriófagos

El uso de virus patógenos como el SARS-CoV-2 para la investigación, resulta riesgoso; por ello, académicos especialistas del Instituto de Ingeniería propusieron el uso de virus sustitutos inofensivos para el humano, los cuales, son conocidos como bacteriófagos o virus indicadores con las siguientes particularidades:

- Presentan características estructurales similares a las de los virus patógenos.
- Son virus sustitutos de virus patógenos que infectan únicamente bacterias.
- Resultan adecuados sustitutos para estudios de los virus transmitidos por aire.
- Hay seguridad para los analistas, su estudio no requiere precauciones especializadas de biocontención.
- Son fáciles de reproducir en grandes cantidades.
- Ofrecen un amplio abanico de opciones para elegir en función de su morfología.
- Un indicador viral revela la presencia de virus patógenos, es una alerta o “informante” de la calidad de una superficie o espacio.
- Mediante su uso se logra determinar la presencia de virus causantes de enfermedades y su uso podría prevenir grandes brotes de enfermedades infecciosas.

## Simulación de un ambiente contaminado con virus

Los ensayos para evaluar la eficacia virucida tanto de las formulaciones químicas de tensoactivos como del ozono, consistieron inicialmente en establecer un arreglo experimental (Figura 2) en un ambiente controlado (cámara de contacto). Con base en los resultados de las pruebas en la cámara de contacto; se desarrolló la metodología para un ambiente real (salón de prueba). El arreglo experimental estuvo integrado por los componentes que se describen a continuación:

- Nebulización de una densidad conocida del virus indicador, bacteriófago MS2, mediante la generación de aerosoles con un atomizador Single Jet.
- Aplicación en aerosol del desinfectante (tensoactivos u ozono), mediante la nebulización con un segundo atomizador Single Jet.
- Inactivación del indicador viral permitiendo un tiempo de contacto del virus con el desinfectante (tensoactivo u ozono).
- Recuperación de partículas virales no inactivadas en filtros de gelatina (succión de los aerosoles mediante muestreador Button).
- Análisis microbiológico. Los filtros se procesan aplicando una técnica microbiológica doble capa de agar (DAL-Double Agar Layer), también implementada por el Instituto de Ingeniería.
- Cálculo del porcentaje de inactivación.

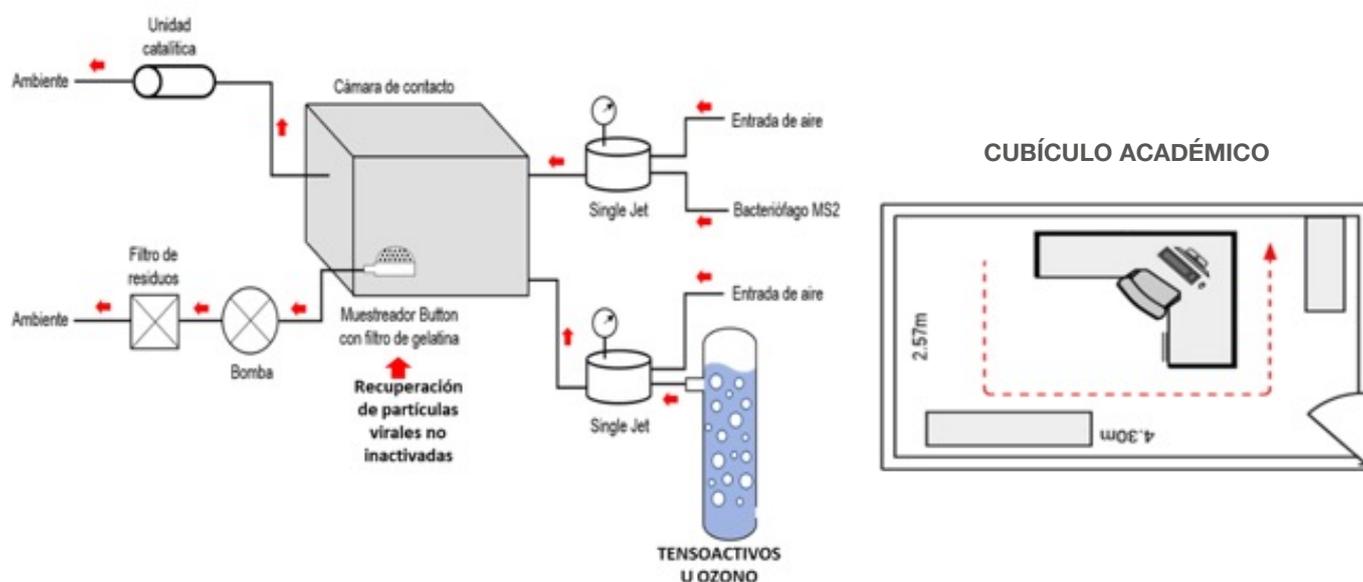


Figura 2. Arreglo experimental en un ambiente controlado (cámara de contacto) y ensayos de inactivación en ambiente real (salón de prueba) para la inactivación de virus

## Avances del proyecto

Después de evaluar diferentes condiciones de muestreo y aplicación de desinfectantes, los resultados obtenidos hasta el momento indican que, mediante la aplicación de las formulaciones químicas de tensoactivos, es posible eliminar el virus sustituto (bacteriófago MS2) entre 93.04 y 98.55% a los cinco minutos de tiempo de contacto y entre 99.86 y 99.99 a los 10 minutos de tiempo de contacto. Los ensayos de inactivación con ozono se encuentran en proceso. Los resultados servirán de base para proponer una sistemática de desinfección de espacios cerrados como: oficinas, salas de espera, aulas, bibliotecas, laboratorios, auditorios, clínicas, cubículos, casetas de vigilancia, comedores, tiendas, vehículos, etc.; con ello, prevenir contagios de enfermedades virales. Sin duda, una importante contribución a la comunidad de la UNAM y al bienestar social. |

## Responsable y corresponsables del proyecto:

Facultad de Química: Dr. Jesús Gracia Fadrique (responsable). Instituto de Ingeniería: Dra. María Teresa Orta Ledesma (corresponsable). Instituto de Investigaciones en Materiales: Dr. José Luis López Cervantes (corresponsable).

Académicos Participantes II-UNAM: M. en C. Isaura Yáñez Noguez y Dr. Ignacio Monje Ramírez

Estudiantes Participantes II-UNAM: Doctorado: Lidia Alicia López Vega. Licenciatura: Ariel Nicolas Moreno, Karla Sabine Landa Cerón, Brenda Victorino Solís y César E. Valdés López.

## Inactivación de partículas virales en aerosoles utilizando microgotas de tensoactivos u ozono

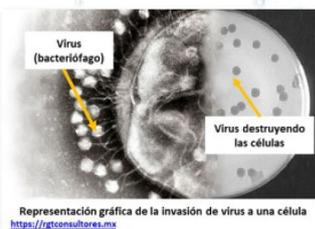
La principal vía de transmisión del virus SARS-CoV-2 es por la inhalación de microgotas en aerosoles de fluidos respiratorios.

El propósito del proyecto es combatir microgotas virales, con microgotas de ozono y tensoactivos específicos con acción biocida.

El Instituto de Ingeniería desarrolló e implementó técnicas microbiológicas que permiten la detección en aerosoles, de partículas virales del bacteriófago MS2 como virus sustituto del SARS-CoV-2.



Se han realizado ensayos de inactivación del virus usando tensoactivos específicos desarrollados por la Facultad de Química.



## PROCEDIMIENTO

- 1 Nebulización de microgotas del bacteriófago MS2
- 2 Nebulización de microgotas de tensoactivos específicos
- 3 Los tensoactivos se dejaron actuar por 5 y 10 minutos
- 4 Se tomaron muestras de los aerosoles
- 5 Se recuperaron los virus que NO fueron inactivados
- 6 Se llevó a cabo el análisis microbiológico
- 7 Se determinó el porcentaje de inactivación

Los tensoactivos pueden eliminar el virus sustituto (MS2) entre 93.04% y 98.55% a los 5 minutos de contacto y entre el 99.86 y 99.99 a los 10 minutos. Mientras que con el ozono en aerosol con una concentración residual estimada de 0.873 mg/L durante 5 segundos, es decir un Ct de 0.0728 (min mg/L), se alcanza una inactivación del 98.82%