

ARTÍCULO ORIGINAL

Supervisión de limpieza en superficies como medida auxiliar de prevención de COVID-19

Supervision of cleaning surfaces as an auxiliary measure for the prevention of COVID-19

Norma Angélica Caudillo-Ortega¹, Norma Dolores Zarate-González¹

RESUMEN

Introducción. La COVID-19 es una enfermedad contagiosa provocada por el SARS-CoV-2 y en el 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaró pandemia. Las posibles vías de transmisión del virus son directa, derivada del contacto directo e indirecta, por la contaminación de superficies inertes. En el 2022, las medidas de prevención por la Secretaría de Salud del estado de Guanajuato en instituciones educativas fueron; lavado de manos y desinfección en lugares de uso común, sana distancia, entre otras. Una limpieza adecuada debería reducir las posibilidades de transmisión del coronavirus y disminuir significativamente los riesgos de contagio de COVID-19. **Objetivo.** Supervisar la limpieza de diferentes superficies en una institución educativa de Guanajuato a través de microorganismos indicadores de limpieza. **Materiales y Métodos.** Estudio experimental, longitudinal y prospectivo. Monitoreo microbiológico para verificar la limpieza de superficies inertes, vivas y del ambiente de cuatro áreas diferentes. El muestreo fue al azar durante 10 semanas, utilizando técnicas microbiológicas establecidas en la normatividad mexicana para bacterias mesófilas aerobias (BMA), coliformes totales, hongos y levaduras. **Resultados.** La mayoría de las superficies en las áreas asignadas mantuvieron el límite permitido de BMA, hongos y levaduras, aunque algunas lo sobrepasaron en varias ocasiones. Pero el conteo de coliformes totales fue ausente en todas las semanas. **Conclusiones.** Durante el regreso a clases en el 2022, la institución educativa mantuvo limpieza adecuada en la mayoría de las superficies, por lo tanto, las medidas recomendadas por la Secretaría de Salud se mantuvieron en práctica durante este periodo.

Palabras clave: Análisis microbiológico, COVID-19, incrustaciones biológicas

ABSTRACT

Introduction. COVID-19 is a contagious disease caused by SARS-CoV-2 and was declared a pandemic by the World Health Organization (WHO) in 2020. The possible routes of transmission of the virus are direct, derived from direct contact, and indirect, through contamination of inert surfaces. In 2022, prevention measures by the Guanajuato State Health Secretariat in educational institutions were; hand washing and disinfection in places of common use, healthy distance, among others. Adequate cleaning should reduce the chances of coronavirus transmission and, therefore, significantly reduce the risk of COVID-19 infection. **Objective.** Verify the cleanliness of different surfaces in an educational institution in Guanajuato through hygiene indicator microorganisms. **Materials and Method.** Non-experimental, longitudinal and prospective study. Microbiological monitoring was performed to verify the cleanliness of inert, living and environmental surfaces in four different areas. Sampling was performed randomly on commonly used surfaces for 10 weeks, using microbiological techniques established in Mexican standards for aerobic mesophilic bacteria, total coliforms, fungi and yeasts. **Results.** Most of the surfaces in the spaces assigned for sampling maintained the permitted limit for aerobic mesophilic bacteria, fungi and yeasts, although some exceeded the permitted limit in some weeks, and the total coliform count was absent in all weeks. **Conclusions.** During the return to school in 2022, the educational institution maintained adequate cleanliness on most surfaces; therefore, the measures recommended by the Ministry of Health were maintained during this period.

Keywords: Microbiological evaluation, COVID-19, Biofouling.

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Guanajuato (Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato). Guanajuato, México.

Recibido: 24 de febrero de 2023.

Aceptado: 02 de mayo de 2023.

Correspondencia para la autora: Norma Angélica Caudillo Ortega. Carretera Guanajuato a Puentecillas Km 10.5, Puentecillas, C.P. 36262. Guanajuato, Guanajuato, México. ncaudillo@itesg.edu.mx

INTRODUCCIÓN

En el año 2020 las universidades a nivel mundial cancelaron clases presenciales o eventos de diferente índole; talleres, conferencias, actividades deportivas, entre otras, como una medida para prevenir y proteger a todos los estudiantes, docentes y otros miembros del personal de la enfermedad COVID-19 derivada del SARS-CoV-2 con origen en Wuhan, China (1).

La COVID-19 es una enfermedad altamente contagiosa y la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaró en el 2020 como una emergencia de salud pública mundial (2). En ese año gran parte de las actividades de las personas en todo el mundo estuvieron fuertemente reguladas por políticas gubernamentales orientadas a reducir la propagación y el impacto de COVID-19.

La transmisión del virus de la COVID-19 tiene dos principales vías, directa e indirecta. La transmisión directa se relacionó con el contacto directo de las personas en lugares cerrados, como las viviendas, centros de convivencias, oficinas, entre otros (3). Asimismo, la transmisión indirecta se comprobó en los lugares de acceso público, entre ellos; centros religiosos, mercados, tiendas de autoservicio, transporte público y negocios, sobre todo por superficies vivas o inertes (3)(4). Desde el 2020 y hasta el momento, las prácticas de limpieza y desinfección se han adaptado con el fin de aplicarlas en la mayoría de los lugares como medida preventiva ante la propagación de la COVID-19 (5).

En algunos lugares donde particularmente la escasez de recursos impide la limpieza, desinfección regular y el lavado frecuente de las manos, pasan por alto los métodos principales de reducir la posible transmisión de virus originada en las superficies contaminadas (5).

El SARS-CoV-2 es sensible a los desinfectantes en comparación con los virus carentes de envoltura como rotavirus, norovirus y poliovirus, el SARS-CoV-2 tiene una envoltura cuya capa exterior de lípidos es frágil (6). Las superficies inertes requieren de limpieza y en las instituciones educativas son de diversos materiales (plástico y metal), además son expuestas al contacto de diferentes personas. Algunos estudios han evaluado la persistencia del virus en diferentes superficies, Chin et al (2020) reportaron que el virus del SARS-CoV-2 permanecía viable un día en la tela y la madera, hasta dos días en el vidrio, cuatro días en el acero inoxidable y el plástico, y hasta siete días en la capa exterior de una mascarilla de uso médico (7). Otro estudio reportó que el SARS-CoV-2 permanecía viable 4 horas sobre el cobre, 24 horas en el cartón y hasta 72 horas en el plástico y el acero inoxidable (8). Además, el virus causante de la COVID-19 puede sobrevivir dentro de valores del pH y temperaturas ambientales, pero es sensible al calor y los métodos de desinfección ordinarios (7). Esto demuestra que el virus del SARS-CoV-2 puede permanecer varios días en las superficies y sea una posible causa de contagio dentro de la institución

educativa. Por lo tanto, una limpieza adecuada en las superficies de uso común pudiera evitar el contagio.

En enero del 2022 en el estado de Guanajuato las escuelas, universidades, institutos, etc., retomaron un regreso a clases 100% presencial, considerando los protocolos establecidos nacionales y estatales emitidos por la Secretaría de Salud para prevención de contagio de la COVID-19, enfatizando en el lavado de manos y uso de gel antibacterial (9).

En la mayoría de los lugares es necesaria una limpieza adecuada, ya que una limpieza apropiada disminuye la

posibilidad de contagio, incluso en los hogares para evitar enfermedades ocasionadas por microorganismos patógenos. Por lo tanto, es importante evaluar la limpieza de superficies y manos para verificar que se cumplan las medidas de prevención de contagio de la COVID-19 durante el regreso a clases en una institución educativa del estado de Guanajuato.

MATERIAL Y MÉTODOS

Elaborar un programa de muestreo de las superficies de uso común

Se realizó un estudio experimental, longitudinal y prospectivo. La selección de lugares para el muestreo microbiológico se realizó al azar, considerando aquellas superficies con mayor contacto. La institución educativa se dividió en dos zonas (académica y administrativa) entre las cuales se consideró las superficies vivas, inertes y ambiente. La zona académica abarcó áreas utilizadas por las y los estudiantes y docentes, tales como; salones (butaca, manija de puerta del salón), laboratorios (mesas de laboratorio, manijas), biblioteca (mesas, plumas, entre otros), baños, y las manos de docentes y estudiantes. La zona administrativa abarcó áreas de uso para personal administrativo, tales como; escritorios, teclados, manijas de

puerta de la oficina), y las manos del personal administrativo. No se contempló el tipo de material en las superficies inertes.

Se desarrolló un plan para la evaluación microbiológica y monitoreo de las superficies de uso común y se tomó en cuenta, la zona y la frecuencia de evaluación. Los puntos de muestreo fueron 10 superficies para zona académica (6 superficies inertes, 2 ambiente y 2 superficies vivas) y 10 superficies para zona administrativa (5 superficies inertes, 3 ambiente y 2 superficies vivas). Cada una de las superficies se designó al azar, contemplando el posible riesgo de contaminación y la evaluación microbiológica se realizó 5 veces durante 10 semanas.

El protocolo de limpieza para superficies de uso común establecido por la institución educativa fue la siguiente. Cada uno de los estudiantes tenía un kit de limpieza y desinfección (alcohol en gel 70-75% de etanol, toallas de papel y un atomizador con etanol 70%). Por cada hora de clase se designó 10 minutos para desinfectar las superficies. Primero, con una toalla de papel se frotó la superficie para eliminar cualquier partícula extraña o polvo. Después, se atomizó el etanol 70% sobre la superficie y se deslizó la toalla de papel de arriba hacia abajo, comenzando por la izquierda. En los espacios cerrados, las ventanas y puertas se matuvieron abiertas. En las manijas se atomizó una solución desinfectante marca comercial.

Evaluación microbiológica de las superficies de uso común

El medio de cultivo utilizado se preparó de acuerdo con las especificaciones del proveedor y se utilizó un medio diferente para cada tipo de microorganismo; a) bacterias mesófilas aerobias: agar cuenta estándar, b) hongos y levaduras: agar papa dextrosa y c) coliformes totales: agar rojo – bilis – violeta.

El muestreo microbiológico se realizó mediante la técnica de arrastre con hisopo, de acuerdo con lo descrito por Caro – Hernández (2020) y se obtuvo una muestra representativa sin daños o cambios durante el transporte y/o almacenamiento. Para el raspado con hisopo en superficies se contempló un cuadro de dimensiones estándar de 25 cm² para superficies

regulares e irregulares, vivas o inertes. El hisopo estéril se colocó en un ángulo aproximado de 30° respecto a la superficie y se giró al menos tres veces hacia cada lado. Finalmente se colocó en un tubo de ensayo con agua peptonada estéril (10).

Para evaluar el ambiente, se mantuvo las cajas Petri con medio de cultivo sólido estéril sin tapa durante 15 – 20 minutos dentro del espacio señalado.

Siembra microbiológica en placas de la muestra

Se preparó diluciones seriadas de acuerdo con lo descrito en la NOM-110-SSA1-1994, a partir del tubo de ensayo con el hisopo utilizado para la toma de muestra, se transfirió 1 mL en otro tubo de ensayo con 9 mL de agua peptonada estéril a la temperatura apropiada (dilución 1×10^{-1}) hasta llegar a la dilución 1×10^{-4} (11).

La técnica microbiológica utilizada fue vertido en placa y se realizó de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994 para bacterias mesófilas aerobias (12), NOM-111-SSA1-1994 para hongos y levaduras (13) y NOM-113-SSA1-1994 para coliformes totales en placa (14). En las cajas de Petri rotuladas en sus tapas con los datos pertinentes, se inoculó 1 mL en cada una por triplicado. Después de la inoculación en las cajas Petri se agregó de 12 a 15 mL del medio preparado correspondiente, y se mezcló mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa

incorporación del inóculo en el medio. Posterior se dejó solidificar el agar.

Finalmente, se incubó las cajas de Petri con medio sólido invertidas de acuerdo con las condiciones de los microorganismos; mesófilas aerobios $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 48 ± 2 h, coliformes totales $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 48 ± 2 h y hongos – levaduras $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 48 ± 2 h.

Después de la incubación, se realizó el conteo de colonias en las placas utilizando un contador de colonias (marca Felisa modelo FE-500) y un registrador. El cálculo de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por mililitro (UFC/mL) se realizó con aquellas cajas con un número de colonias en un intervalo de 25 a 250.

Los informes de prueba se reportaron como: Unidades Formadoras de Colonias, ___ UFC/mL, de (microorganismo). Sin embargo, para superficies vivas o inertes se recomienda informar los resultados en UFC por centímetro cuadrado (UFC/cm²), y para ambiente UFC por centímetro cúbico (UFC/cm³).

Análisis estadístico

Se utilizó la estadística descriptiva para analizar los resultados obtenidos en las diferentes áreas y semanas del muestreo. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Programa de muestreo de las superficies de uso común

Durante el regreso a clases en el semestre Enero – Junio del 2022, los procedimientos de limpieza en una institución educativa de Guanajuato se establecieron de acuerdo con el semáforo emitido por la Secretaría de Salud del estado de Guanajuato y federal. Sin embargo, la limpieza de diversas superficies carecía de verificación en diferentes puntos

de la institución, por tal motivo se realizó la verificación de las superficies de uso común durante el semestre antes mencionado.

Para comenzar con la verificación y monitoreo, primero se estableció dos zonas del instituto; zona académica y zona administrativa, Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente. Una vez que se detectó la zona, se designó un código de identificación a las diferentes áreas para realizar el muestreo microbiológico.

Tabla 1. Identificación y programación para muestreo microbiológico en la zona académica

Superficie	Tipo de superficie	ID	Programación de muestreo (semana)
Butaca en salón de clases	Inerte	SB	
Manija de la puerta del salón	Inerte	SM	
Manija de la puerta del baño	Inerte	BP	
Oficina de servicios escolares (mesa de mostrador)	Inerte	OM	
Mesa de la biblioteca	Inerte	BM	1, 3, 5, 7 y 9
Mesa de laboratorios	Inerte	LM	
Manos de un estudiante	Viva	PA	
Manos de un docente	Viva	PD	
Ambiente en el salón de clases	Ambiente	SA	
Ambiente en la sala de maestros	Ambiente	Pa	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Identificación y programación para muestreo microbiológico en la zona administrativa.

Superficie	Tipo de superficie	ID	Programación muestreo (semana)
Superficie para huella del checador	Inerte	OAC	
Teclado en el salón de inglés	Inerte	CT	
Mesa principal en el salón de inglés	Inerte	CM	
Teclado en la oficina del coordinador	Inerte	OCT	
Teclado en la oficina de administrativo	Inerte	OAT	2, 4, 6, 8 y 10
Manos de un coordinador	Viva	OCM	
Manos de una persona de administración	Viva	OAM	
Manos de un coordinador o docente	Viva	OCD	
Ambiente de la oficina del coordinador	Ambiente	OCA	
Ambiente en área administrativa	Ambiente	OAA	

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del estado microbiológico de las superficies de uso común

La evaluación microbiológica de las superficies en la institución educativa de Guanajuato se ejecutó durante 10 semanas, para la zona académica el muestreo microbiológico se realizó en las semanas 1, 3, 5, 7 y 9, mientras que para la zona administrativa fueron las semanas 2, 4, 6, 8 y 10. En la evaluación microbiológica se contemplaron los microorganismos indicadores para verificar la limpieza en las superficies, y después del muestreo se realizó una inoculación de las diluciones por triplicado en el medio de cultivo según el

tipo de microorganismo. Los microorganismos indicadores evalúan la calidad sanitaria en una zona de proceso, y la NOM-093-SSA1-1994 (15) establece límites microbiológicos de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, en superficies vivas e inertes.

Los resultados del conteo de bacterias mesófilas aerobias se muestran en la Figura 1a y 1b, en el área académica las superficies; SM (manija puerta de salón de clases) y LM (mesa de laboratorios), y en el área administrativa las superficies CT (teclado en el salón de inglés) y OAT (teclado oficina administrativo) están por arriba del límite establecido en la NOM-093-

SSA1-1994 (15), la cual establece <400 UFC/cm² en superficies inertes, indicando que estas superficies en la semana tres y cuatro relajaron las medidas de limpieza establecidas por la institución educativa,

pero el resto del tiempo de muestreo permanecieron en un conteo bajo y esto indica una limpieza adecuada de las superficies.

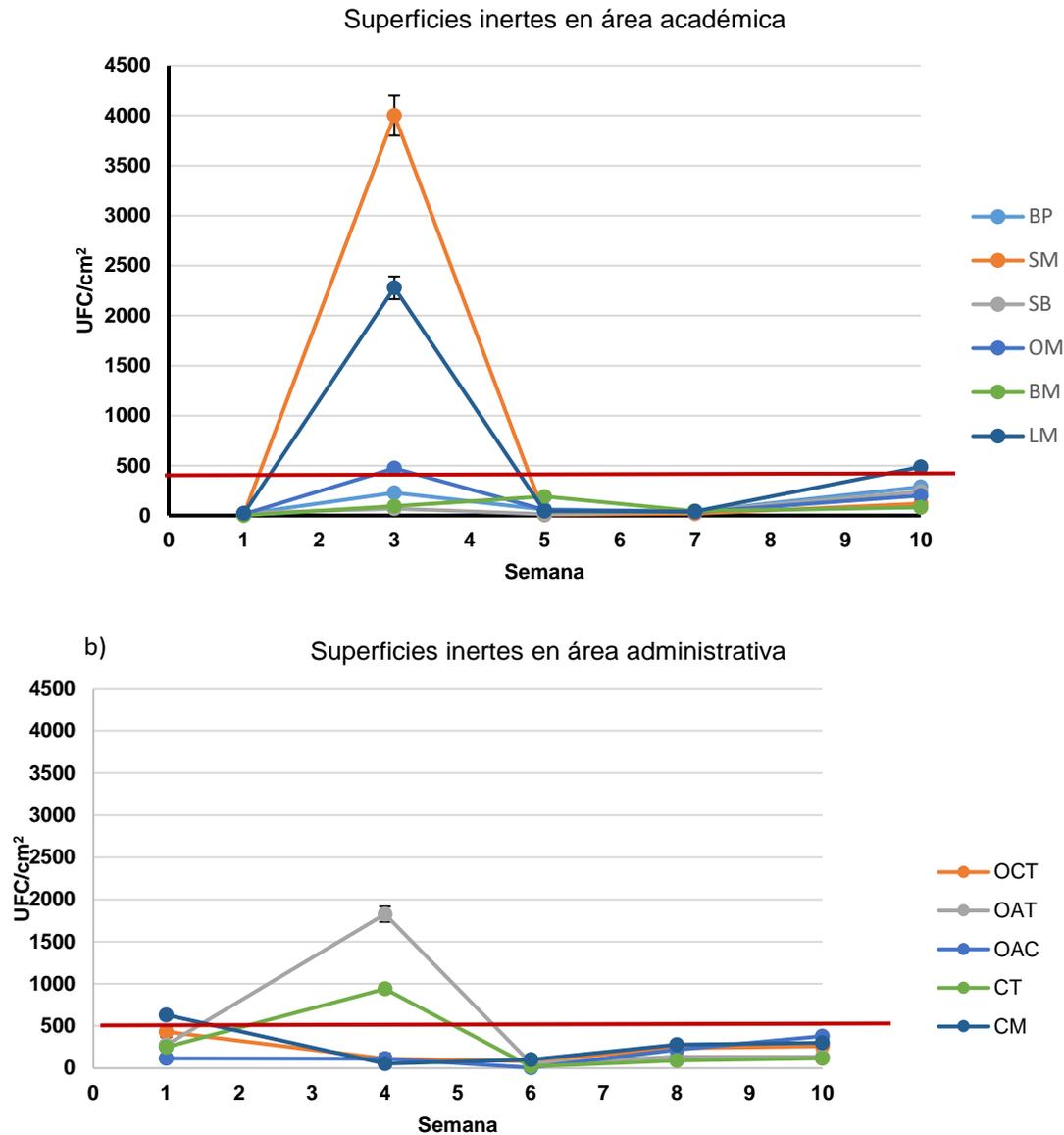


Figura 1. Conteo microbiológico (UFC/cm²) de bacterias mesófilas aerobias en superficies inertes en el área académica (a) y administrativa (b) de una institución educativa. BP: manija de la Puerta del baño, SM: manija de la puerta del salón, SB: butaca del salón de clases, OM: oficina de servicios escolares, BM: mesa de la biblioteca, LM: mesa de laboratorios, OCT: teclado oficina coordinador, OAT: teclado oficina administrativo, OAC: superficie para huella del checador, CT: teclado en salón de inglés, CM: mesa en salón de inglés. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados.

La importancia de la transmisión mediada por superficies de COVID-19, fue demostrada por Rawlinson et al. (2020), utilizando un sustituto de oligonucleótidos de ADN para fluidos corporales contaminados basado en el virus del mosaico de la coliflor para determinar cómo se propagaría el SARS-CoV-2 en un entorno clínico de superficies. Los resultados mostraron que, en un plazo de 10 horas, el sustituto salió de la sala de aislamiento y se transfirió al 41% de todas las superficies muestreadas (16). Ese estudio propuso la necesidad de abordar los requisitos de limpieza de superficies. Por su parte, Gerlach et al. (2020) evaluó en varias superficies la eficacia de componentes individuales en desinfectantes y agentes de limpieza doméstica contra el SARS-CoV-2. No observaron disminución significativa de infección en telas de algodón, lo que indica la persistencia del SARS-CoV-2. Aunque el SARS-CoV-2 es más estable sobre plástico y acero inoxidable, fue muy susceptible al etanol al 70% o al isopropanol (17). Carraturo et al. (2020), afirmaron que,

además de la alta infecciosidad del SARS-CoV-2, su transmisión podría contenerse aplicando medidas preventivas adecuadas, como equipos de protección personal y agentes desinfectantes (18)(19). En relación con esto, dado que el SARS-CoV-2 es un virus con envoltura, según los autores, debería ser muy susceptible a la mayoría de los agentes de limpieza

Por otro lado, la Figura 2 muestra el conteo microbiológico de bacterias mesófilas aerobias en las superficies vivas, específicamente las manos de los estudiantes, docentes, coordinadores o administrativos. Las UFC/cm² no sobrepasaron el límite establecido (<3000 UFC/cm²) en la NOM-093-SSA1-1994 (15), indicando un constante lavado de manos o uso del gel antibacterial. El SARS-CoV-2 se transmite principalmente por contacto estrecho de persona a persona, por lo tanto, la falta o un lavado de manos incorrecto aumenta el riesgo de contagio de COVID-19, según la Organización Mundial de la Salud (20).

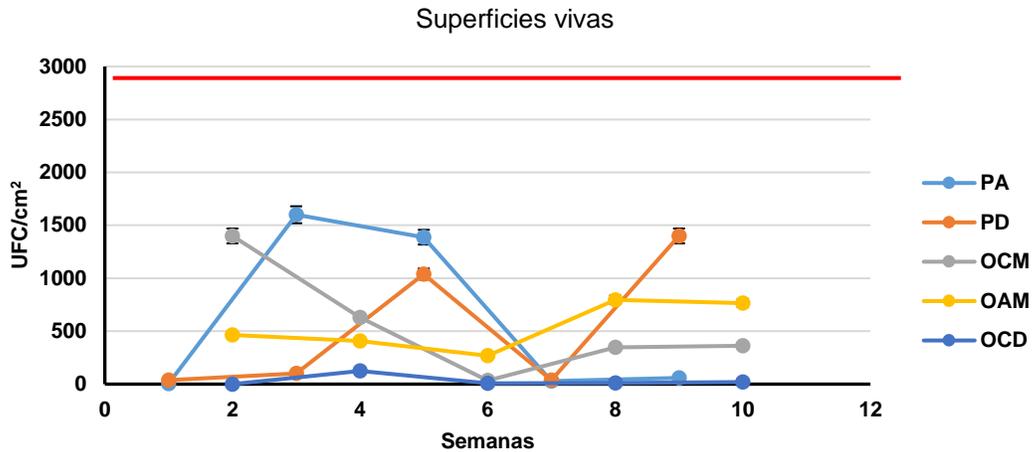


Figura 2. UFC/cm² de bacterias mesófilas aerobias en superficies vivas en el área académica y administrativa de una institución educativa. PA: manos estudiantes, PD: manos docentes, OCD: manos coordinador/docente, OCM: manos coordinador, OAM: manos del personal administrativo. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Una de las recomendaciones para el regreso a clases fue mantener ventilación en espacios cerrados. La Figura 3, representa el monitoreo de microorganismos del espacio cerrado (dimensiones 9m x 6m x 2.5m; volumen = 135m³). Algunos países, sobre todo en hospitales, no establecen claramente que la contaminación del aire por microorganismos mesófilos aerobios debe validarse periódicamente, pero si se clasifica en ambiente muy limpio (< de 10 UFC/m³), limpio (10-100 UFC/m³) y aceptable (100-200 UFC/m³) (21). En los resultados apreciamos el valor más alto en la semana diez de OAA (oficina administrativa) teniendo aproximadamente 16

UFC/135m³, correspondiente a 0.11 UFC/cm³. Por lo tanto, este bajo conteo refleja una ventilación adecuada dentro del salón de clases.

El SARS-CoV-2 también se transmite por gotitas respiratorias en aerosol de menos de 5 µm de diámetro, según la Organización Mundial de la Salud (20). Aunque nosotros no evaluamos el ácido nucleico de este virus en un volumen determinado de aire filtrado, contemplamos la calidad microbiológica del aire en un espacio volumétrico determinado, aunque no hay estándares para este método, en todos los espacios se obtuvo alrededor de 1 UFC/m³ de bacterias mesófilas aerobias, indicando un aire limpio.

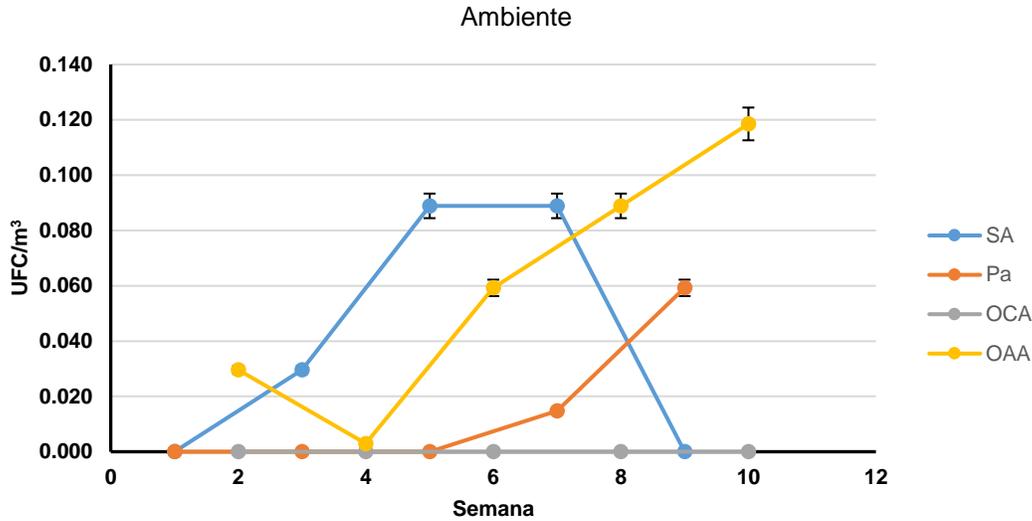


Figura 3. Conteo microbiológico (UFC/m³) de bacterias mesófilas aerobias en el ambiente en el área académica y administrativa de una institución educativa. SA: ambiente en el salón de clases, Pa: ambiente en la sala de maestros, OCA: ambiente de la oficina coordinador, OAA: ambiente en oficina del personal administrativo. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Los resultados de microorganismos coliformes totales en las dos zonas y en todas las áreas fueron ausentes. Este resultado es satisfactorio porque indica una limpieza adecuada, y podría disminuir el riesgo de alguna enfermedad por microorganismos patógenos.

Por otro lado, se evaluó el conteo microbiológico de hongos y levaduras en superficies inertes en área académica y área administrativa, sin embargo, la NOM-093-SSA1-1994 no especifica un valor máximo permisible. En el área académica se obtuvo un conteo alto en la semana tres y nueve en SM (manija de la puerta del salón) y LM (mesa laboratorios), y en área administrativa OCT (teclado oficina coordinador) en la semana cuatro. SM y OCT

tienen valores altos en semanas semejantes, y puede indicar poca eficiencia o poca frecuencia en la limpieza de las superficies derivado del uso de estos espacios, Figura 4. Para disminuir el conteo microbiológico se recomendó a las áreas correspondientes la limpieza en los periodos establecidos.

Por otra parte el conteo de hongos y levaduras también son indicativo de la limpieza en las superficies. Aunque no hay límites establecidos en la NOM-093-SSA1-1994. En la Figura 5 se muestra el conteo microbiológico de superficies vivas, que en la mayoría de las semanas el conteo se mantuvo constante <1000 UFC/cm², y solo en la semana nueve en PD (manos docentes) aumentó a 4000 UFC/cm².

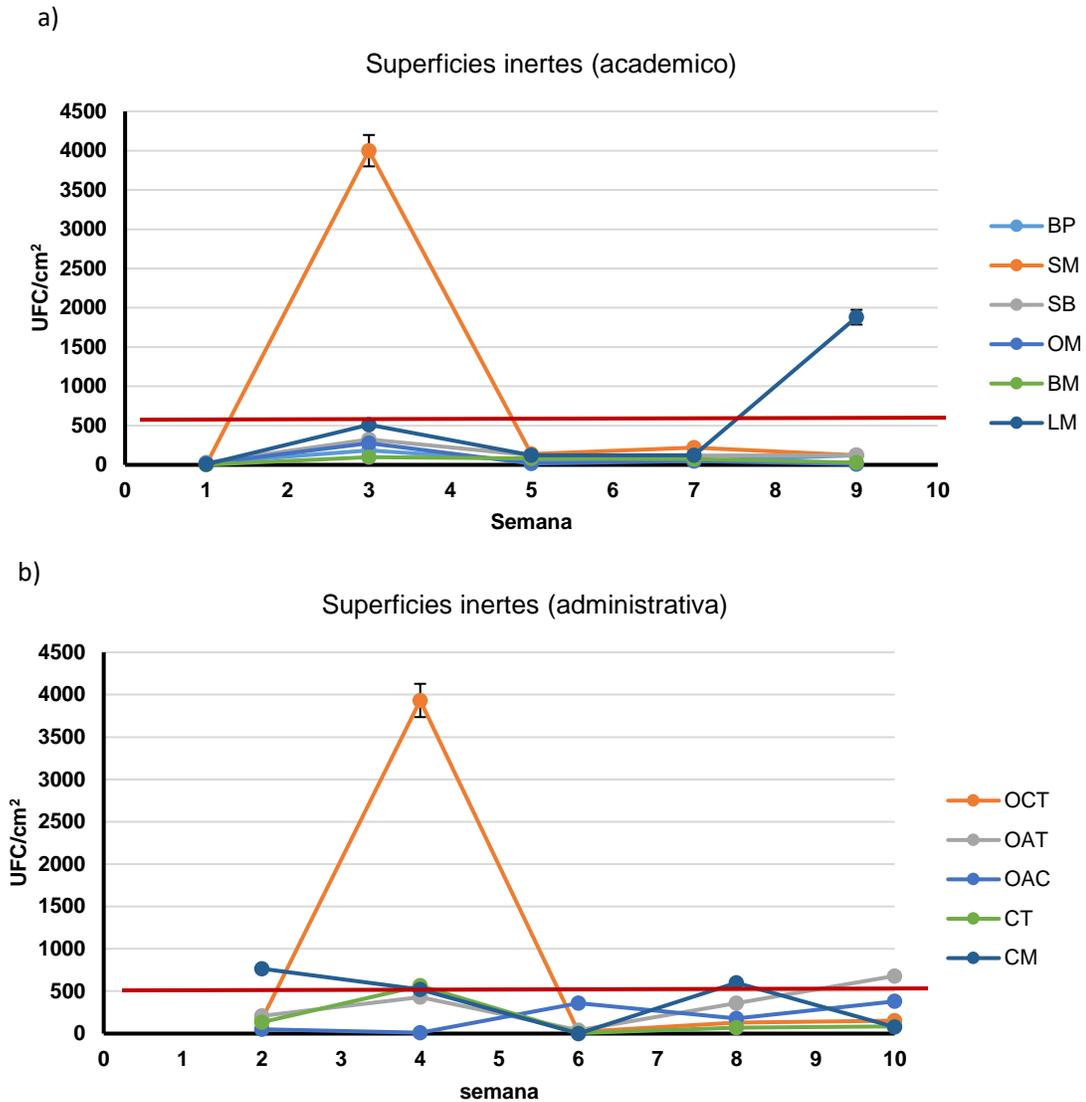


Figura 4. Cuento microbiológico (UFC/cm²) de hongos y levaduras en superficies inertes en el área académica (a) y administrativa (b) de una institución educativa. BP: manija de la Puerta del baño, SM: manija de la puerta del salón, SB: butaca del salón de clases, OM: oficina de servicios escolares, BM: mesa de la biblioteca, LM: mesa de laboratorios, OCT: teclado oficina coordinador, OAT: teclado oficina administrativo, OAC: superficie para huella del checador, CT: teclado en salón de inglés, CM: mesa en salón de inglés. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

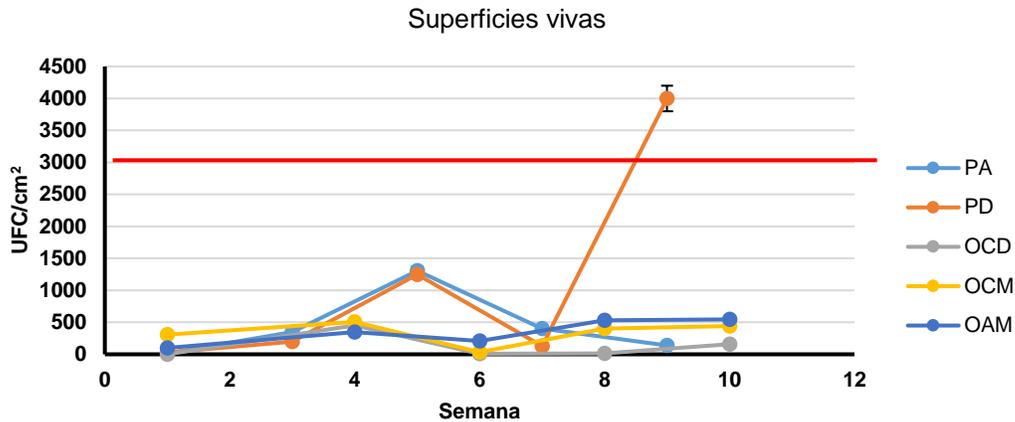


Figura 5. UFC/cm² de hongos y levaduras en superficies vivas en el área académica y administrativa de una institución educativa. PA: manos estudiantes, PD: manos docentes, OCD: manos coordinador/docente, OCM: manos coordinador, OAM: manos del personal administrativo. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

La Figura 6, representa el monitoreo microbiológico de hongos y levaduras en espacios cerrados con ventilación (9m x 6m x 2.5m; volumen = 135m³). Algunos estudios reportan propuestas de estándares de contaminación fúngica del aire sin filtrar en hospitales, en los cuales se recomienda de <5 conidias/cm³ ó 10 – 25 UFC/cm³ (21). El

valor más alto fue en la semana siete de SA (ambiente en el salón de clases) teniendo aproximadamente 9 UFC/135cm³, este bajo conteo refleja una ventilación adecuada dentro del salón de clases al compararlo con el valor recomendado en hospitales para aire sin filtrar.

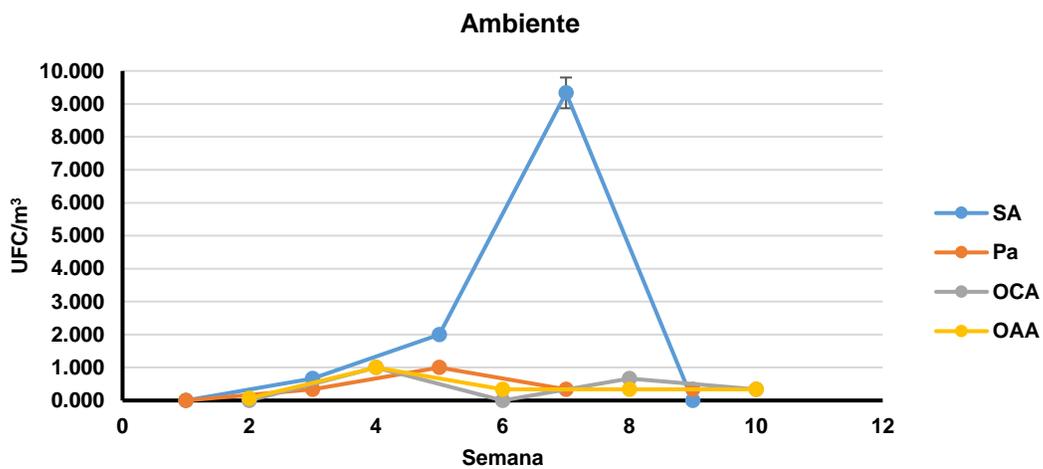


Figura 6. Conteo microbiológico (UFC/m³) de hongos y levaduras en el ambiente en el área académica y administrativa de una institución educativa. SA: ambiente en el salón de clases, Pa: ambiente en la sala de maestros, OCA: ambiente de la oficina coordinador, OAA: ambiente en oficina del personal administrativo. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

En las semanas 3, 4, 9 y 10, la cantidad de BMA en superficies vivas, superó el límite permitido por la NOM-093-SSA1-1994 (>400 UFC/cm² y >3000 UFC/cm², respectivamente).

La calidad microbiológica del aire en el ambiente reflejó una ventilación apropiada en los espacios asignados.

La frecuencia de limpieza y desinfección de superficies vivas e inertes dentro de la institución educativa de Guanajuato fue eficiente.

La limpieza con gel antibacterial (70 – 75% etanol) y el etanol al 70% fueron suficientes para mantener las superficies vivas e inertes, higiénicas. Una buena higiene puede evitar el contagio de enfermedades.

Los teclados de las computadoras mostraron una presencia de

microorganismos por arriba de 400 UFC/cm² en la zona académica y en la administrativa, y pueden ser un vector de enfermedades.

Declaraciones éticas

Esta investigación tiene registro en el Comité de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIIDET) del Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, con folio de constancia ITESG/CIIDET/09/2022.

Agradecimientos

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México por brindar el registro nacional a este proyecto y a la coordinación de Ingeniería en Industrias Alimentarias por brindar los materiales necesarios para los experimentos durante 10 semanas.

REFERENCIAS

1. Sahu P. Closure of universities due to Coronavirus disease 2019 (COVID-19): impact on education and mental health of students and academic staff. *Cureus*. 2020;vol. 12, no 4.
2. Tomar A, Gupta N. Prediction for the spread of COVID-19 in India and effectiveness of preventive measures. *Sci Total Environ*. 2020 Aug;728:138762.
3. World Health Organization. Vías de transmisión del virus de la COVID-19: repercusiones para las recomendaciones relativas a las precauciones en materia de prevención y control de las infecciones. 2020. p.
4. World Health Organization. Advice for the public: Coronavirus disease (COVID-19). 2022 [cited 2022 Jul 15]. p.
5. World Health Organization. Enfermedad por el coronavirus de 2019 (COVID-19): pequeñas reuniones sociales. 2021 [citado 2022 Dec 17]. <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-small-public-gatherings>
6. Rutala WA, Weber DJ. Best practices for disinfection of noncritical environmental surfaces and equipment in health care facilities: A bundle approach. *Am J Infect Control*. 2019 Jun;47S:A96–105.
7. Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen H-L, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>

- different environmental conditions. Vol. 1, The Lancet. Microbe. 2020. p. e10.
8. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. Vol. 382, The New England journal of medicine. United States; 2020. p. 1564–7.
 9. Secretaría de Salud de Guanajuato. Coronavirus Guanajuato. 2021 [citado 2022 Jan 11]. <https://coronavirus.guanajuato.gob.mx/escenarios.php>
 10. Caro-Hernández PA, Tobar JA. Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos. Entramado. 2020;16:240–9. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032020000100240
 11. NOM-110-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. 1994 [citado 2022 Jan 11]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html>
 12. NOM-092-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. 1994. [citado 2022 Jan 11] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0
 13. NOM-111-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. 1994. [citado 2022 Jan 11]. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0
 14. NOM-113-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. 1994. [citado 2022 Jan 11]. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69536.pdf>
 15. NOM-093-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. 1994 [citado 2022 Jan 11]. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4882432&fecha=04/10/1995#gsc.tab=0
 16. Rawlinson S, Ciric L, Cloutman-Green E. COVID-19 pandemic - let's not forget surfaces. Vol. 105, The Journal of hospital infection. England; 2020. p. 790–1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7238988/>
 17. Gerlach M, Wolff S, Ludwig S, Schäfer W, Keiner B, Roth NJ, et al. Rapid SARS-CoV-2 inactivation by commonly available chemicals on inanimate surfaces. Vol. 106, The Journal of hospital infection. England; 2020. p. 633–4.
 18. Carraturo F, Del Giudice C, Morelli M, Cerullo V, Libralato G, Galdiero E, et al. Persistence of SARS-CoV-2 in the environment and COVID-19 transmission risk from environmental matrices and surfaces. Environ Pollut. 2020 Oct;265(Pt B):115010.
 19. Marquès M, Domingo JL. Contamination of inert surfaces by SARS-CoV-2: Persistence, stability and infectivity. A review. Environ Res. 2021 Feb;193:110559.
 20. World Health Organization. Q&As on COVID-19 and related health topics. 2020.
 21. Ramos-Cuadra A, Díaz-Molina C, Escassi-Pérez C, Roman-Casares E, Diego-Salas J, Lucerna-Mendez M, et al. Recomendaciones para la monitorización de la calidad microbiológica del aire (bioseguridad ambiental) en zonas hospitalarias de riesgos. Sociedad Andaluza de Medicina Preventiva y Salud Pública. 2016. <https://www.sociedadandaluzapreventiva.com/wp-content/uploads/Recomendaciones-Bioseguridad.pdf>