Artículo de investigación

CONTAMINACIÓN INVISIBLE: PRESENCIA BACTERIANA EN SUPERFICIES DE ALTO CONTACTO EN UNA UNIVERSIDAD PRIVADA DE EL SALVADOR

Invisible Contamination: Bacterial Presence on High-Touch Surfaces at a Private University in El Salvador

Abner A. Cruz[1]
Daylin E. Montano[2]
Yeimy A. Ulloa[3]
Irving V. Aguilar[4]

Recibido: 04/05/2026
Aceptado: 16/07/2026

DOI: https://doi.org/10.69789/cc.v19i2.776

Resumen

A simple vista, una superficie limpia puede parecer inofensiva; sin embargo, puede albergar bacterias cuya importancia depende de sus características. Esta investigación se realizó en una universidad privada de El Salvador con el objetivo de identificar presuntivamente la presencia bacteriana en superficies de alto contacto del campus. Se recolectaron 37 muestras en 12 zonas, incluyendo bibliotecas, cafeterías, laboratorios, baños y áreas verdes. Las muestras se procesaron mediante cultivos microbiológicos en medios selectivos y diferenciales, además de tinción de Gram. Los resultados evidenciaron crecimiento bacteriano en las 37 muestras (100 %). Predominaron los hallazgos compatibles con Staphylococcus spp., presentes en 21 muestras (56.8 %). Este resultado debe interpretarse con cautela, ya que algunas especies de este género forman parte de la microbiota normal de la piel y los métodos empleados no permitieron diferenciarlas. También se identificaron presuntivamente bacilos grampositivos, bacilos gramnegativos fermentadores compatibles con

1 Estudiante de Medicina, investigador principal. Universidad Gerardo Barrios (UGB), El Salvador. https://orcid.org/0009-0002-2166-1759, abnercruzramirez11@gmail.com

2 Estudiante de Medicina, investigador principal. Universidad Gerardo Barrios (UGB), El Salvador. https://orcid.org/0009-0005-9049-2065, eumcruz20@gmail.com

3 Estudiante de Medicina, investigador principal. Universidad Gerardo Barrios (UGB), El Salvador. https://orcid.org/0009-0000-8911-8598, yeimyulloa61@gmail.com

4 Docente e investigador, asesor académico. Universidad Gerardo Barrios (UGB), El Salvador. https://orcid.org/0000-0002-8554-0537, irvagui.vladsar124@gmail.com

Enterobacterales y bacilos no fermentadores compatibles con Pseudomonas spp., entre otros hallazgos. La identificación fue presuntiva, basada en características coloniales, tinción de Gram y comportamiento en los medios de cultivo, sin pruebas confirmatorias. Los resultados constituyen una caracterización inicial de la presencia bacteriana en superficies universitarias y destacan la importancia de fortalecer las prácticas de limpieza e higiene, así como de realizar futuras investigaciones que incorporen métodos confirmatorios para establecer la identidad de los microorganismos detectados.

Palabras clave: bacterias, superficies de alto contacto, contaminación bacteriana, higiene, microbiología ambiental, El Salvador

Abstract

At first glance, a clean surface may appear harmless; however, it may harbor bacteria whose significance depends on their characteristics. This study was conducted at a private university in El Salvador to make a presumptive identification of bacteria on high-touch surfaces across the campus. Thirty-seven samples were collected from 12 areas, including libraries, cafeterias, laboratories, restrooms, and green spaces. The samples were processed using selective and differential culture media, along with Gram staining. Bacterial growth was observed in all 37 samples (100%). Findings consistent with Staphylococcus spp. predominated, occurring in 21 samples (56.8%). This result should be interpreted with caution because some species within this genus are part of the normal skin microbiota, and the methods used did not allow them to be differentiated. Other findings included presumptive Gram-positive bacilli, fermenting Gram-negative bacilli consistent with members of the order Enterobacterales, and non-fermenting bacilli consistent with Pseudomonas spp., among others. Identification remained presumptive, based on colony characteristics, Gram staining, and growth characteristics on culture media, without confirmatory tests. These findings provide an initial characterization of bacterial presence on university surfaces and highlight the importance of strengthening cleaning and hygiene practices, as well as conducting further studies using confirmatory methods to establish the identity of the detected microorganisms.

Keywords: bacteria, high-touch surfaces, bacterial contamination, hygiene, environmental microbiology, El Salvador

Introducción

Los microorganismos son seres microscópicos esenciales para el equilibrio ecológico y se encuentran en prácticamente cualquier entorno, incluso en condiciones extremas.(1) Su estudio se consolidó gracias al desarrollo del microscopio y las primeras observaciones realizadas por Leeuwenhoek en el siglo XVII, así como por los aportes posteriores de la teoría celular.(2-4)

En la vida cotidiana, las personas interactúan con superficies que pueden actuar como reservorios microbianos. Estos objetos inanimados, conocidos como fómites, pueden transmitir agentes infecciosos al contaminarse por secreciones o contacto directo.(5-9) Hogares, oficinas y centros educativos albergan una amplia diversidad microbiana (10) y los campus universitarios, debido a su alta densidad poblacional y uso compartido de espacios, favorecen especialmente la dispersión de microorganismos.(11,12)

Las bacterias, organismos unicelulares con amplia capacidad de adaptación, pueden colonizar desde suelos y océanos hasta ambientes altamente contaminados.(12) Esta versatilidad permite que ciertos grupos bacterianos persistan en superficies de alto contacto, convirtiéndolas en potenciales vehículos de transmisión indirecta.(12) Mesas, barandales, manijas, interruptores y dispositivos electrónicos pueden actuar como reservorios de microorganismos oportunistas si no se higienizan adecuadamente.(13-17) La transmisión por contacto continúa siendo un reto para la salud pública. A lo largo de la historia se han documentado brotes asociados al uso de fómites contaminados. La propagación de norovirus en Seattle y un brote de viruela en 1908 se vincularon al contacto indirecto con superficies contaminadas.(18,19)

Además de virus respiratorios, diversas bacterias asociadas a infecciones cutáneas, respiratorias u oportunistas han sido detectadas en superficies de centros educativos y hospitalarios.(20) Aunque muchos de estos microorganismos forman parte del microbioma humano, su presencia en superficies de uso común puede representar un riesgo cuando existe contacto con mucosas, heridas o cuando hay vulnerabilidad inmunológica.(14-18)

A pesar de la evidencia internacional, en muchas universidades privadas de la región aún no existen estudios que documenten la contaminación microbiana de sus instalaciones, lo que limita el conocimiento sobre los niveles reales de exposición y la eficacia de los protocolos de limpieza.(20) Diversos patógenos pueden sobrevivir desde horas hasta meses según el tipo de superficie y las condiciones ambientales,(21-25) lo que incrementa el riesgo de transmisión indirecta cuando coinciden superficies contaminadas y prácticas de higiene insuficientes.

En este contexto, las superficies de alto contacto en centros educativos adquieren especial relevancia como posibles reservorios microbianos, por lo que se recomienda limpieza frecuente, desinfección periódica y promoción del lavado de manos.(26-30) Sin embargo, la evidencia local sobre la contaminación microbiana en universidades salvadoreñas es limitada.

Metodología

Se realizó un estudio descriptivo, observacional y de corte transversal entre el 17 de marzo y el 2 de abril de 2025, en una universidad privada de El Salvador, con el objetivo de caracterizar la presencia bacteriana en superficies de alto contacto en diferentes áreas del campus universitario, mediante procedimiento de cultivo microbiológico, observación de características coloniales y evaluación microscópica. La selección de las áreas de estudio se realizó a partir de una lista inicial de zonas de mayor concurrencia dentro del campus universitario. Posteriormente, se efectuó un recorrido observacional para verificar la afluencia de estudiantes, docentes y personal administrativo, así como el uso frecuente de las instalaciones.

A partir de esta evaluación, se recolectaron 37 muestras en 12 zonas del campus que incluyeron biblioteca, comedores, laboratorios, baños académicos y del edificio #1, áreas verdes, barandales y zonas de convivencia. En cada zona se identificaron y seleccionaron varias superficies de alto contacto, considerando su frecuencia de manipulación; entre estas se incluyeron mesas, manijas, barandales, teclados, dispensadores, lavabos y otras superficies de uso compartido.

Se empleó un muestreo no probabilístico, intencional, basado en criterios de selección previamente establecidos. La elección de las áreas y superficies no se realizó mediante un procedimiento aleatorio, sino mediante la identificación deliberada de espacios y objetos considerados relevantes para el estudio por su elevada concurrencia y frecuencia de contacto, que permitió incluir diferentes tipos de superficies y áreas de uso cotidiano con el propósito de obtener una caracterización inicial de la presencia microbiana en el campus.

Se incluyeron superficies inanimadas de uso común ubicadas dentro de las áreas seleccionadas del campus que presentaran contacto frecuente por estudiantes, docentes o personal administrativo y que fueran accesibles para la toma de muestra mediante hisopado. Se excluyeron superficies que no correspondieran a las áreas previamente seleccionadas, que no fueran de uso común o cuya condición física o ubicación impidiera realizar adecuadamente el procedimiento de recolección. Este estudio identificó microorganismos presentes en superficies de alto contacto de una universidad privada, mediante muestreo en biblioteca, laboratorios, baños, barandales, oasis y cafeterías (mesas, barras y timbres). La distribución de los sitios evaluados se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Áreas evaluadas representadas gráficamente



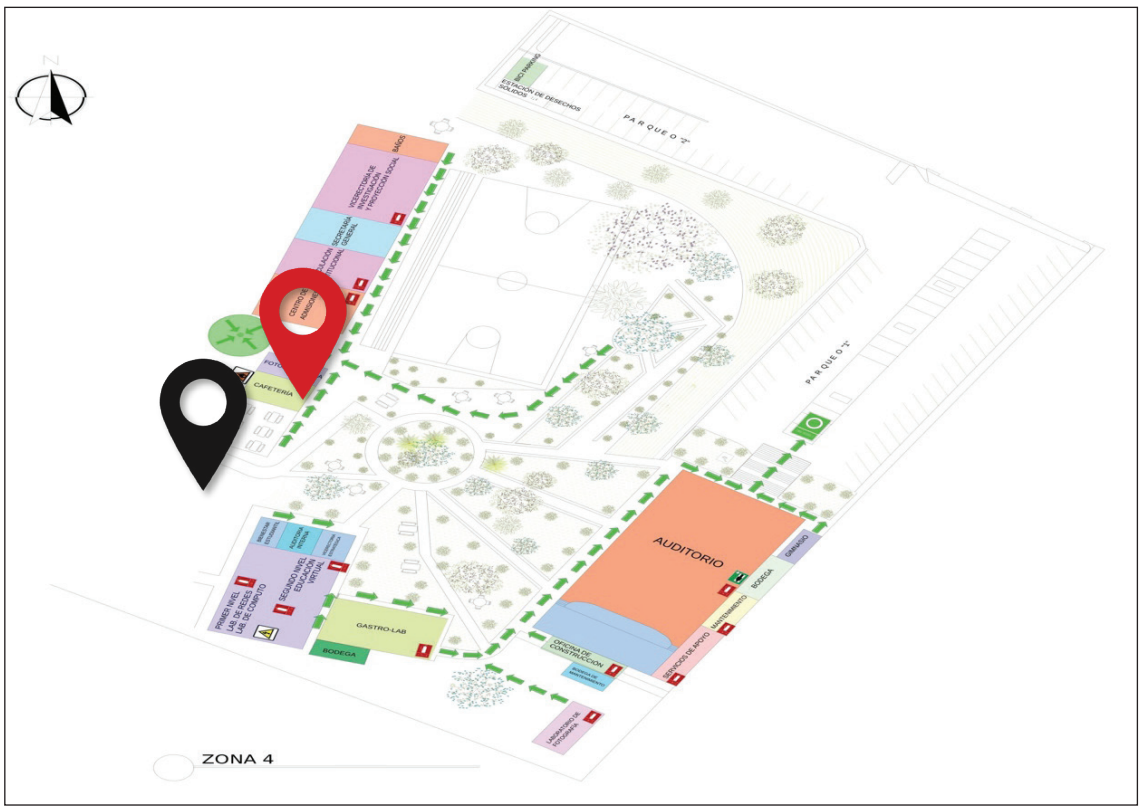
Croquis del área 1 de muestreo en la universidad privada. Indicador negro: biblioteca; indicador rojo: cafetería A; indicador verde: baños edificio #1.



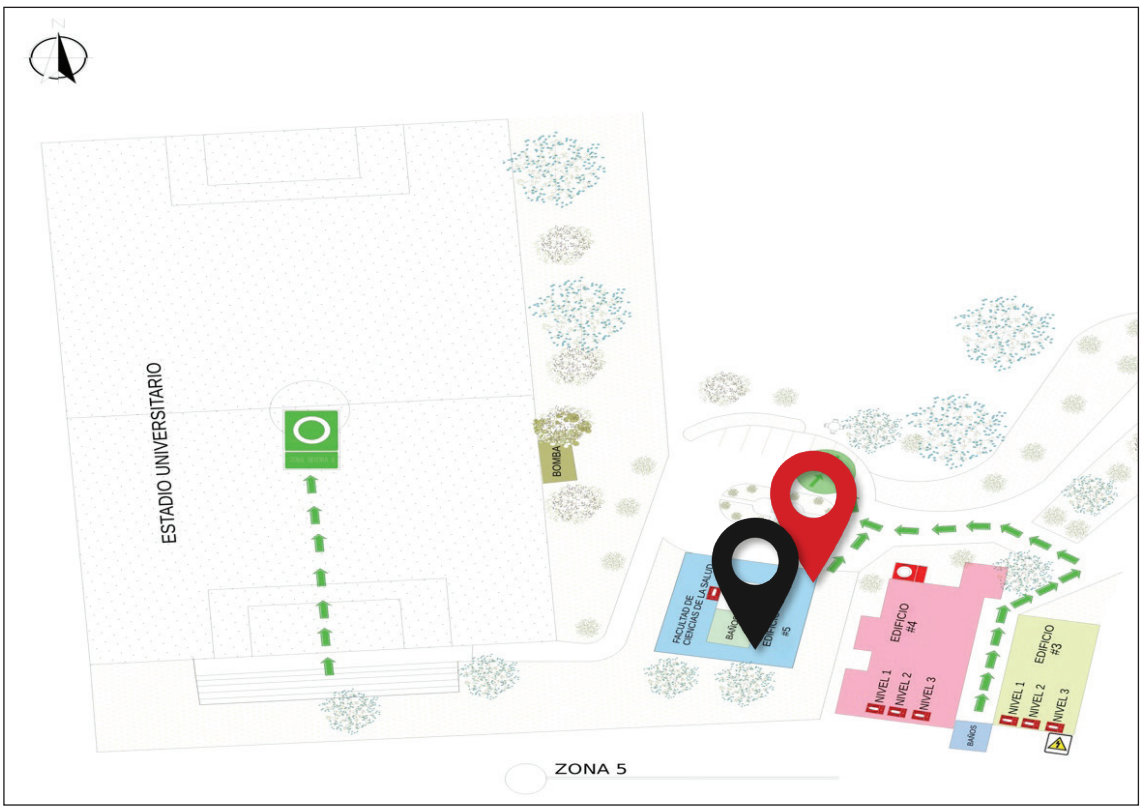
Croquis del área 2 de muestreo en la universidad privada. Indicador rojo: oasis de la plaza; indicador negro: barandales de plaza.



Croquis del área 3 de muestreo en la universidad. Indicador rojo: baños de área académica.



Croquis del área 4 de muestreo en la universidad. Indicador rojo: cafetería B; indicador negro: oasis de zona verde.



Croquis del área 5 de muestreo en la universidad. Indicador rojo: barandal de la facultad de salud; indicador negro: laboratorios de la facultad de salud.

Recolección de muestras

Se recolectaron 37 muestras microbiológicas de superficie de alto contacto distribuidas en 12 áreas del campus universitario. Para este estudio, las áreas de muestreo correspondieron a los espacios físicos seleccionados dentro del campus, mientras que cada muestra procedió de una superficie específica ubicada dentro de dichas áreas. La cantidad de muestras por área fue variable de acuerdo con la disponibilidad y selección de superficies de uso frecuente identificadas durante el recorrido observacional. La distribución de las muestras recolectadas por área se presenta en la Tabla 2.

La selección de las superficies se realizó mediante un muestreo no probabilístico e intencional; por tanto, no se realizó un cálculo probabilístico del tamaño de la muestra. El número de muestras estuvo condicionado por los criterios de selección, la disponibilidad de superficies accesibles y la capacidad operativa para efectuar la recolección y el procesamiento microbiológico durante el periodo de estudio.

La recolección se efectuó utilizando hisopos estériles humedecidos en solución salina estéril; cada hisopo se utilizó para una única superficie, evitando su reutilización entre diferentes puntos de muestreo. El hisopo se frotó sobre la superficie asignada y se introdujo en un tubo individual con solución de transporte, siendo rotuladas e identificadas, permitiendo relacionarlas con el área y la superficie de procedencia. Una vez recolectadas, las muestras fueron trasladadas de inmediato al laboratorio de microbiología.

Procesamiento microbiológico de muestras

En laboratorio, las 37 muestras fueron procesadas individualmente. El hisopo contenido en cada tubo fue retirado y se realizó la inoculación directamente en placas de agar nutritivo empleando la técnica de estriado superficial.

Las placas se incubaron a 37 °C ± 2 °C por 48 a 72 horas, con observación diaria del crecimiento microbiano. Una vez desarrollado el crecimiento, se evaluaron las características macroscópicas de las colonias desarrolladas en los medios de cultivo. La evaluación consideró las características registradas durante el procesamiento con el propósito de orientar la selección de las colonias para realizar frotis para tinción Gram y subcultivos posteriores.

Posteriormente, de acuerdo con los resultados de tinción Gram y las características iniciales de crecimiento, se seleccionaron colonias para su subcultivo en medios especializados: agar sangre, agar urea, CLED (Cystine Lactose Electrolyte Deficient), TCBS, MacConkey, EMB Levine y Hektoen.

La inoculación en los medios especializados se realizó mediante técnica de estriado superficial utilizando asa estéril con el objetivo de favorecer la obtención de colonias aisladas. Las placas fueron incubadas bajo las mismas condiciones 37 °C por 48 a 72 horas.

Descripción funcional de los medios de cultivo

Los medios de cultivo fueron seleccionados de acuerdo con sus características selectivas y/o diferenciales para favorecer el crecimiento y orientar la identificación presuntiva de los grupos bacterianos presentes en las muestras. (1,32)

- **Agar nutritivo:** Utilizado para el crecimiento inicial de microorganismos no exigentes y posterior caracterización macroscópica y microscópica de las colonias.

- **Agar sangre:** Medio enriquecido y diferencial que permite evaluar el crecimiento y patrones de hemólisis en las colonias.

- **Agar MacConkey:** Medio selectivo y diferencial para bacilos gramnegativos, que permite diferenciar microorganismos fermentadores y no fermentadores de lactosa mediante cambios en la coloración.

- **Agar Levine (EMB):** Medio selectivo y diferencial para bacilos gramnegativos, utilizado para evaluar principalmente la fermentación de lactosa mediante cambios en la apariencia y coloración de las colonias.

- **Agar Hektoen:** Medio selectivo y diferencial para bacilos gramnegativos entéricos, que permite evaluar fermentación de carbohidratos y producción de H2S.

- **Agar CLED:** Medio diferencial que permite valorar el crecimiento bacteriano y la fermentación de lactosa, facilitando la observación de las características coloniales.

- **Agar TCBS:** Medio selectivo y diferencial utilizado principalmente para favorecer el aislamiento de Vibrio spp. y diferenciar la fermentación de sacarosa mediante cambios de coloración.

Evaluación morfológica y preparación de frotis

A partir de las colonias desarrolladas se realizaron frotis para tinción de Gram. La evaluación microscópica permitió determinar la reacción grampositiva o negativa, la morfología bacteriana, diferenciando principalmente cocos y bacilos, así como su disposición o agrupación.

La caracterización macroscópica de las colonias se efectuó mediante observación directa, registrando las características documentadas durante el procesamiento, entre ellas tamaño, forma, coloración, opacidad, aspecto de la superficie, consistencia aparente, bordes y patrones de hemólisis en agar sangre. También se describieron los patrones de crecimiento y los cambios de coloración observados en los medios diferenciales utilizados. Los hallazgos se integraron con los resultados de la tinción de Gram para orientar la identificación bacteriana presuntiva. Estas observaciones se utilizaron como criterios iniciales de caracterización y no como confirmación definitiva de la identidad de los microorganismos.

Identificación microbiológica presuntiva

La identificación microbiológica se realizó de manera presuntiva mediante la integración de los resultados de tinción Gram, las características microscópicas, la morfología colonial y los patrones de crecimiento observados en los diferentes medios de cultivo.

Los hallazgos fueron comparados con información disponible en libros de texto, artículos científicos, tablas de identificación microbiológica y material bibliográfico de apoyo utilizado durante el procesamiento.

Mediante este procedimiento se establecieron identificaciones presuntivas compatibles con diferentes grupos bacterianos, incluyendo Staphylococcus spp., Pseudomonas spp. y miembros del grupo Enterobacterales; asimismo, determinadas características fenotípicas observadas en una muestra fueron compatibles de manera presuntiva con Shewanella spp.

La identificación se consideró presuntiva debido a que no se realizaron pruebas bioquímicas ni especializadas, ni métodos de confirmación molecular que permitieran establecer una identificación definitiva a nivel de especie.

Prevención de contaminación cruzada y control de calidad microbiológica

Para reducir el riesgo de contaminación cruzada, cada muestra fue procesada de manera independiente y se utilizaron materiales estériles para cada procedimiento. Cada muestra contó con una placa individual, previamente rotulada con la información correspondiente al área y superficie de procedencia.

Se utilizaron asas estériles individuales para la inoculación de cada placa, evitando su reutilización entre muestras y sometidas a limpieza y esterilización según los procedimientos establecidos en el laboratorio; las siembras se realizaron bajo condiciones de asepsia y próximas al mechero. Durante el procesamiento se utilizó equipo de bioseguridad.

Como control de esterilidad se mantuvo una placa de Petri sin inocular, sometida a las mismas condiciones de incubación que las placas procesadas. La ausencia de crecimiento de dicha placa permitió verificar la esterilidad del medio y apoyar que el crecimiento observado en las muestras inoculadas no correspondiera a una contaminación general del medio.

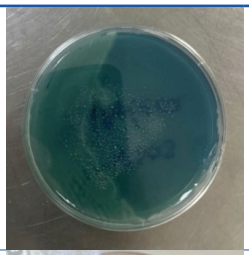
Resultados

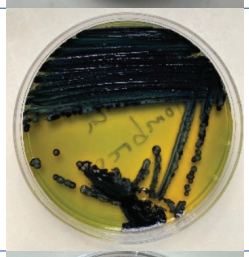
Del total de 37 muestras recolectadas, el 100 % presentó crecimiento microbiano, correspondiente a una positividad global del 100 %. Durante el procesamiento inicial se observó un amplio rango de morfologías bacterianas. En conjunto, se identificaron características compatibles con cocos y bacilos grampositivos y negativos, tanto fermentadores como no fermentadores. En la biblioteca, se observaron colonias compatibles con Staphylococcus spp. (presuntivos) en libros, teclados y computadoras, así como bacilos grampositivos y colonias betahemolíticas consistentes con cocos grampositivos presuntivos.

En los laboratorios, las superficies de maniquíes, mesas y pantallas mostraron colonias mixtas, incluyendo bacilos gramnegativos con crecimiento diferencial en EMB y CLED, compatibles con Enterobacterales (presuntivos) y bacilos no fermentadores compatibles con Pseudomonas spp. (presuntivos). En los baños académicos y del edificio #1, se detectaron microorganismos oportunistas en dispensadores, lavabos y manijas, incluyendo bacilos no fermentadores compatibles con Pseudomonas spp. y colonias levaduriformes presuntivas.

En cafeterías, zonas de convivencia y áreas verdes, se observaron colonias compatibles con enterobacterias fermentadoras y no fermentadoras, incluyendo patrones pigmentados y productores de H_2S en medios selectivos como Hektoen, sin confirmación de especie. También se identificó flora ambiental en barandales, timbres y mesas expuestas. La caracterización macroscópica de las colonias se realizó considerando los registros de crecimiento obtenidos en los diferentes medios de cultivo. Se observaron colonias amarillas, claras y opacas, de tamaño mediano; colonias blancas, opacas y pequeñas, de forma redonda; colonias blancas con crecimiento ligeramente mucoso; y colonias de color amarillo brillante. En otras muestras se registraron colonias de color negro o gris oscuro verdoso, con aspecto opaco y bordes definidos, así como crecimiento extenso en forma de malla o red, acompañado de pigmentación rosada o violácea. En el agar sangre se documentó ausencia de hemólisis visible en algunas colonias y presencia de betahemólisis en otras. En los medios diferenciales también se describieron cambios de coloración y patrones de crecimiento compatibles con distintos comportamientos bacterianos. Estas características se utilizaron como criterios orientadores para la identificación presuntiva, sin considerarlas suficientes para confirmar la identidad de las especies.

Tabla 1. Caracterización morfológica y tinción de muestras recolectadas en superficies de alto contacto en una universidad privada de El Salvador

Muestra	Cultivo	Fotografía	Observaciones	MO
Mesas biblioteca	CLED		Colonias amarillas medianas claras y opacas.	Cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Computadoras biblioteca	Agar sangre CLED		Agar sangre: hemólisis β. CLED: Colonias amarillas brillantes	Cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus spp. (presuntivo)

Muestra	Cultivo	Fotografía	Observaciones	MO
Puerta principal de laboratorio de salud	Agar sangre		Colonias blanquecinas sin hemólisis, se observan pequeñas, redondas	Cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Superficie de baño de mujeres (académica)	CLED		Colonias redondas, amarillo opaco, superficie húmeda	Bacilos gramnegativos no fermentadores compatibles con Pseudomona ssp (presuntivo)
Superficie de baño de hombres (académica)	TCBS		Colonias de color negras y gris oscuro verdoso, con aspecto opaco y bordes bien definidos	Bacilos gramnegativos compatibles con Shewanella ssp.
Dispensador de baño de hombres (académica)	Agar sangre		Colonias de color blanco, opaco y algunas presentan hemolisis beta	Cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Oasis zona verde	MacConkey		Colonias indefinidas con crecimiento extenso tipo malla o red, con pigmentación violácea/rosada intensa	Bacilos gramnegativos fermentadores compatibles con Enterobacterales (presuntivo)

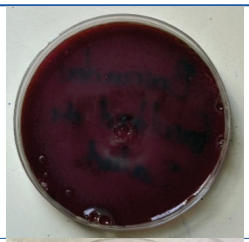
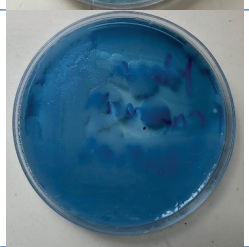
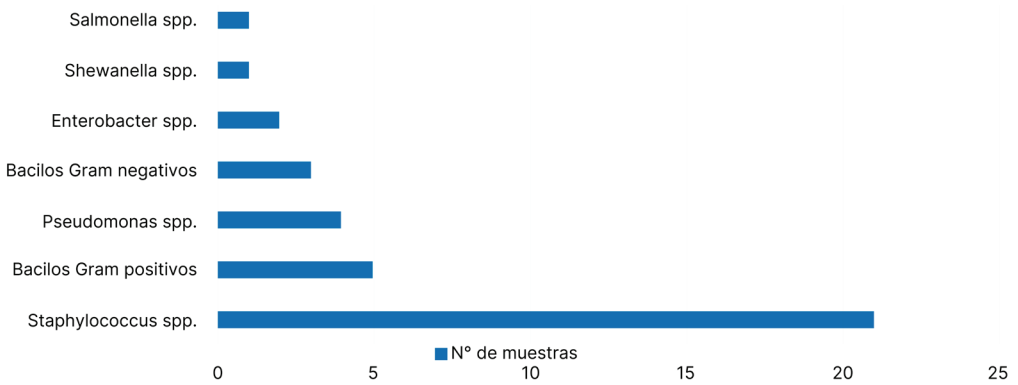
Muestra	Cultivo	Fotografía	Observaciones	MO
Barandal de facultad de salud	Agar sangre		Colonias blancas, opacas sin hemólisis visible	Cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Barandal plaza central	Hektoen		Colonias verdes claro, sin fondo negro y sin producción de H2S	Bacilos gramnegativos no fermentadores compatibles con Salmonella ssp. (presuntivo)
Superficie cafetería (A)	CLED		Colonias redondeadas de color amarillo brillante, y algunas opacas	Cocos grampositivos con hemólisis beta compatibles con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Mesas cafetería (A)	CLED		Colonias blancas opacas, con algunas zonas de crecimiento ligeramente mucoso, sin producción de pigmento amarillo	Cocos grampositivos con hemólisis beta compatible con Staphylococcus ssp. (presuntivo)
Mesas de zona verde	Hektoen		Hektoen: Colonias medianas redondas y de color rosa pálido, más precipitación de sales biliares	Bacilos gramnegativos no fermentadores compatibles con Salmonella ssp. (presuntivo)

Tabla 2. Resumen cuantitativo de las muestras según sitio de muestreo

Sitio	N.º de muestras	N.º de positivas (%)	Hallazgos microbiológicos presuntivos	% del total de muestras
Biblioteca	9	9 (100 %)	Staphylococcus spp.	24.3 %
Laboratorio	6	6 (100 %)	Staphylococcus spp. (5), Pseudomonas spp. (1)	16.2 %
Baño académico mujeres	3	3 (100 %)	Pseudomonas spp.	8.1 %
Baño mujeres edificio #1	3	3 (100 %)	Bacilos grampositivos (2), bacilos gramnegativos (1)	8.1 %
Baño académico hombres	3	3 (100 %)	Shewanella spp. (1), Staphylococcus spp. (2)	8.1%
Baño hombres edificio #1	**3**	3 (100 %)	Bacilos grampositivos (1), bacilos gramnegativos (2)	8.1 %
Cafetería A	4	4 (100 %)	Staphylococcus spp. Betahemolíticos	10.8 %
Cafetería B	2	2 (100 %)	Bacilos grampositivos	5.4 %
Oasis	2	2 (100 %)	Enterobacter ssp.	5.4 %
Barandal Fac. Salud	1	1 (100 %)	Staphylococcus spp.	2.7 %
Plaza	1	1 (100 %)	Salmonella spp.	2.7 %
Total	**37**	**37 (100 %)**		**100 %**

En cuanto a los hallazgos bacteriológicos, se identificaron presuntivamente cocos Gram positivos compatibles con Staphylococcus spp. en 21 de las 37 muestras analizadas (56.8 %). También se observaron bacilos grampositivos en 5 muestras (13.5 %), bacilos no fermentadores compatibles con Pseudomonas spp. en 4 (10.8 %), bacilos gramnegativos sin identificación presuntiva a nivel de género en 3 (8.1 %), hallazgos compatibles con Enterobacter spp. en 2 (5.4 %) y hallazgos compatibles con Shewanella spp. y Salmonella spp. en 1 muestra cada uno (2.7 %, respectivamente). Estas identificaciones fueron presuntivas y se basaron en las características macroscópicas de las colonias, la tinción de Gram y el comportamiento observado en los medios de cultivo empleados, sin confirmación mediante pruebas bioquímicas o moleculares.

Figura 2. Distribución de los hallazgos microbiológicos presuntivos según número de muestras.



Discusión

Las superficies de alto contacto, entendidas como aquellas manipuladas con frecuencia por múltiples usuarios, representan reservorios potenciales de microorganismos capaces de persistir y dispersarse en entornos académicos. Los hallazgos evidencian una contaminación microbiana generalizada en superficies de alto contacto dentro de una universidad privada en El Salvador; la positividad del 100 % confirma la presencia de una "contaminación invisible", en concordancia con estudios que destacan el papel de los fómites como vectores indirectos de transmisión.(31) Se observó una diversidad amplia de morfologías bacterianas. En biblioteca predominaron colonias compatibles con Staphylococcus spp. (presuntivos), coherentes con la flora cutánea transferida a superficies de uso frecuente como teclados y libros,(32) microorganismos capaces de persistir en fómites por periodos prolongados pese a la limpieza convencional.(33)

En los laboratorios se detectaron cocos grampositivos compatibles con Staphylococcus spp. y bacilos gramnegativos no fermentadores compatibles con Pseudomonas spp. (presuntivos), hallazgos similares a los reportados en superficies manipuladas y materiales de uso

académico.(34) En baños académicos y del edificio #1 se aislaron bacilos no fermentadores y colonias levaduriformes, microorganismos que suelen proliferar en zonas húmedas y formar biopelículas resistentes a la desinfección.(35,36)

En cafeterías, áreas verdes y espacios de convivencia se identificaron diversos hallazgos bacteriológicos presuntivos, entre ellos Staphylococcus spp. con betahemólisis, bacilos grampositivos y hallazgos compatibles con Enterobacter spp. y Salmonella spp. En particular, se registraron hallazgos compatibles con Staphylococcus spp. betahemolíticos en 4 muestras de cafetería "A", equivalentes al 10.8 % del total de 37 muestras analizadas. La presencia de betahemólisis constituye una característica fenotípica de interés, pero no permite confirmar por sí sola la especie bacteriana ni su patogenicidad. Debido a que no se realizaron pruebas confirmatorias, estos resultados deben interpretarse de manera presuntiva. (37) En conjunto, esta diversidad microbiana indica que las prácticas de limpieza actuales podrían ser insuficientes, considerando que diversos microorganismos oportunistas pueden sobrevivir días o semanas según el material y las condiciones ambientales.(38)

Estos resultados refuerzan la necesidad de mejorar los protocolos de limpieza institucional, promover vigilancia microbiológica periódica y fortalecer la cultura de bioseguridad, especialmente en áreas de alta rotación o manipulación de alimentos.(39) Finalmente, la identificación fue exclusivamente presuntiva, basada en características coloniales y tinciones básicas; aunque esto constituye una limitación, los datos obtenidos brindan una base relevante para futuras investigaciones con métodos confirmatorios y análisis de resistencia a los antimicrobianos.

Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones. La identificación microbiana fue exclusivamente presuntiva, basada en características coloniales sin pruebas bioquímicas avanzadas ni confirmación molecular, por lo que los microorganismos reportados no pueden considerarse identificaciones definitivas. El número de muestras (37) y el periodo de muestreo fueron limitados, lo cual podría no reflejar completamente la variabilidad microbiana del campus. Tampoco se evaluó la carga microbiana (UFC) ni la resistencia a los antimicrobianos, lo que restringe la interpretación del riesgo sanitario. Aun así, los hallazgos ofrecen una visión inicial importante sobre la contaminación microbiana en superficies universitarias.

Conclusión

Los hallazgos evidencian que las superficies de alto contacto en entornos universitarios pueden actuar como reservorios de diversas comunidades microbianas, incluyendo flora cutánea, ambiental y bacilos fermentadores y no fermentadores presuntivos. La positividad del 100 % confirma que incluso superficies aparentemente limpias pueden albergar cargas microbianas relevantes para la salud pública.

Estos resultados refuerzan la necesidad de fortalecer las medidas de higiene institucional, aplicar protocolos de limpieza más rigurosos y promover la educación en bioseguridad, especialmente en espacios de alto tránsito y uso compartido. Aunque la identificación fue

exclusivamente presuntiva, los datos obtenidos constituyen una base para futuras investigaciones que integren métodos confirmatorios, análisis de resistencia a los antimicrobianos y evaluación de intervenciones de limpieza. En conjunto, el estudio resalta la importancia de atender los riesgos microbiológicos presentes en aulas y áreas comunes para favorecer entornos educativos más seguros y responsables.

Declaraciones éticas

Este estudio no involucró seres humanos ni animales. No obstante, y en cumplimiento de las políticas internas de investigación, el proyecto fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la universidad previo a su ejecución. Las muestras recolectadas correspondieron exclusivamente a superficies inanimadas de uso común dentro del campus universitario. Todas las actividades fueron realizadas siguiendo principios de integridad científica y las directrices éticas internacionales para investigación no clínica.

Permisos institucionales: La recolección de muestras se llevó a cabo con la autorización de la administración de la universidad, la Facultad de Ciencias de la Salud y el laboratorio de microbiología, asegurando el cumplimiento de las normas internas de funcionamiento, uso de espacios y manejo responsable de insumos microbiológicos.

Declaraciones de bioseguridad

Las muestras fueron recolectadas y procesadas bajo condiciones de bioseguridad nivel 2 (BSL-2), utilizando equipo de protección personal (EPP) adecuado, incluyendo guantes, mascarilla y bata de laboratorio. Todo el material potencialmente contaminado fue desinfectado y dispuesto siguiendo los procedimientos de gestión de desechos biológicos establecidos por el laboratorio de microbiología de la universidad.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento

Este estudio no recibió financiamiento externo. Todos los insumos utilizados fueron proporcionados por el laboratorio de microbiología de la universidad.

Referencias

1. Madigan MT, Martinko JM, Bender KS et al. Brock. Biología de los microorganismos. 14.ª ed. Madrid (ES): Pearson Educación; 2015. 1099 p.

2. Vargas Renza A, Rodríguez Orejuela HJ. Análisis bacteriológico de fómites en la Universidad Surcolombiana sede central en la ciudad de Neiva – Huila [tesis de pregrado]. [Neiva (CO)]: Universidad Surcolombiana; 2016. Disponible en: https://repositoriousco.co/items/1b8550af-2683-4cad-8068-073e0ef17d0b

3. Herrero Uribe L. Del mecanicismo a la complejidad en la biología. Rev Biol Trop [Internet]. 2008;56(1):399-407. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918831030

4. Sánchez Lera RM, Oliva García NR. Historia del microscopio y su repercusión en la microbiología. Rev Hum Med [Internet]. 2015;15(2):355-72. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202015000200010

5. Nutton V. The Seeds of Disease: An Explanation of Contagion and Infection from the Greeks to the Renaissance. Med Hist [Internet]. 1983;27(1):1-34. Disponible en: https://doi.org/10.1017/s0025727300042241

6. Stephens B, Azimi P, Thoemmes MS et al. Microbial Exchange via Fomites and Implications for Human Health. Curr Pollut Rep [Internet]. 2019;5(4):198-213. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s40726-019-00123-6

7. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. J Expo Anal Environ Epidemiol [Internet]. 2001;11(3):231-52. Disponible en: https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165

8. Recalde-Reyes DP, Alfonso-Ortiz N, Fuentes-Quimbayo MF et al. Perfil de resistencia genotípica y fenotípica presente en bacterias aisladas a partir de fómites en Armenia, Quindío-Colombia período junio-julio 2019. Infectio [Internet]. 2021;25(1):22-7. Disponible en: https://doi.org/10.22354/in.v25i1.904

9. Dirección General de Vigilancia de la Salud (Paraguay) [Internet]. Asunción: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Cubrirse con la mano al toser y estornudar disemina virus; 2024 jun 5. Disponible en: https://dgvs.mspbs.gov.py/cubrirse-con-la-mano-al-toser-y-estornudar-disemina-virus/

10. Ross AA, Neufeld JD. Microbial biogeography of a university campus. Microbiome [Internet]. 2015;3(1):66. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s40168-015-0135-0

11. Viegas C, Pimenta R, Dias M et al. Microbiological contamination assessment in higher education institutes. Atmosphere [Internet]. 2021;12(8):1079. Disponible en: https://doi.org/10.3390/atmos12081079

12. Erlandson G, Magzamen S, Carter E et al. Characterization of indoor air quality on a college campus: a pilot study. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2019;16(15):2721. Disponible en: https://doi.org/10.3390/ijerph16152721

13. Caycedo Lozano L, Corrales Ramírez LC, Trujillo Suárez DM. Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. NOVA [Internet]. 2021 sep. 20;19(36):49-94. Disponible en: https://doi.org/10.22490/24629448.5293

14. Hurtado Jiménez EE, Vélez Zamora LA, Baculima Suarez JA. Detección de Enterococcus sp. en superficies inertes de servicios higiénicos en la Unidad Académica de Salud y Bienestar de la Universidad Católica de Cuenca. Anatomía Digital [Internet]. 2024 may;7(2.1):60–72. Disponible en: https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.1.3041

15. Moreno del Castillo MC, Valladares-García J, Halabe-Cherem J. Microbioma humano. Rev Fac Med UNAM [Internet]. 2018;61(6):7-19. Disponible en: https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2018.61.6.02

16. Fernández-Larrea Vega O. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo Integrado de Plagas [Internet]. 2001;(62):96-100. Disponible en: https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6578

17. Kusumaningrum HD, Riboldi G, Hazeleger WC et al. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. Int J Food Microbiol [Internet]. 2003;85(3):227-36. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00540-8

18. Raslan O. Manejo de brotes. En: Friedman C, Newsom W, editores. Conceptos básicos de control de infecciones de IFIC [Internet]. 2a ed rev. Portadown: International Federation of Infection Control; 2011. p. 63-75. Disponible en: https://web.archive.org/web/20250624224009/https://www.theific.org/wp-content/uploads/2014/08/Spanish_PRESS.pdf

19. Babel Maziuk Z, González Suárez A, Gutiérrez Varillas Y et al. Los fómites como agentes de transmisión de infecciones (para personal sanitario y no sanitario) [Internet]. Ocronos. 2021 sep. Disponible en: https://revistamedica.com/fomites-transmision-infecciones/

20. Quispe Breña GT, Salcedo Fernández S. Bacterias patógenas en servicios higiénicos de una institución educativa superior. Rev Investig Cienc Tecnol Desarro [Internet]. 2018;4(2):56-69. Disponible en: https://doi.org/10.17162/rictd.v4i2.1097

21. Caro-Hernández PA, Tobar JA. Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos. Entramado [Internet]. 2020;16(1):240-9. Disponible en: https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6126

22. Dávila Morán RC, Agüero Corzo EC, Ruiz Nizama JL et al. Saneamiento industrial: biodisponibilidad de patógenos en superficies. Bol Malariol Salud Ambient [Internet]. 2021;61(4):536-47. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/

biblioref/2022/09/1392365/361-1307-1-pb.pdf

23. Mayo Clinic. Virus que causan resfriados y gripe: ¿por cuánto tiempo viven fuera del cuerpo? [Internet]. 2026 mar 21. Disponible en: https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/flu/expert-answers/infectious-disease/faq-20057907

24. Rivera Smart Facility Services (Equipo Editorial). Cuánto duran las bacterias en superficies [Internet]. Bilbao: Rivera Limpieza Integral y Servicios Auxiliares; 2024 oct 2. Disponible en: https://www.riverafs.com/blog/cuanto-duran-las-bacterias-en-superficies

25. Martínez-Meléndez JA, Espiricueta-Candelaria F, Cruz-López FE. Persistencia de microorganismos en el ambiente hospitalario. Rev Ciencia UANL [Internet]. 2023;26(119):8-15. Disponible en: https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.119-1

26. Ministerio de Salud. Lineamientos técnicos de limpieza y desinfección en establecimientos del Sistema Nacional Integrado de Salud [Internet]. San Salvador (SV): Ministerio de Salud; 2024. Disponible en: https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/lineamientos/lineamientostecnicosdelimpiezaydesinfeccionenestablecimientosdelsistemanacionalintegradodesalud-Acuerdo-Ejecutivo-941-09102024_v1.pdf

27. Haas CN, Rose JB, Gerba CP. Quantitative microbial risk assessment. New York: John Wiley & Sons; 1999.

28. Nicas M, Best D. A study quantifying the hand-to-face contact rate and its potential application to predicting respiratory tract infection. J Occup Environ Hyg [Internet]. 2008 jun;5(6):347-52. Disponible en: https://doi.org/10.1080/15459620802003896

29. Reynolds KA, Watt PM, Boone SA et al. Occurrence of bacteria and biochemical markers on public surfaces. Int J Environ Health Res [Internet]. 2005 jun;15(3):225-34. Disponible en: https://doi.org/10.1080/09603120500115298

30. Lopez GU, Kitajima M, Havas A et al. Evaluation of a disinfectant wipe intervention on fomite-to-finger microbial transfer. Appl Environ Microbiol [Internet]. 2014 may;80(10):3113-8. Disponible en: https://doi.org/10.1128/AEM.04235-13

31. Rivera J. Protocolo: Limpieza, desinfección y sanitización de superficies [Internet]. Santiago de Chile: Growing Tree Pre-School. 2020. 88 p. Disponible en: https://growingtree.cl/wp-content/uploads/2020/12/Protocolos-Covid-19-Jardi%CC%81n-Growing-Tree_2020.pdf

32. Panreac Química S.A. Manual básico de microbiología. 4.ª ed. Barcelona; Panreac Química SA; 2002.

33. Tong SYC, Davis JS, Eichenberger E, Holland TL, Fowler VG Jr. Staphylococcus aureus infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. Clin Microbiol Rev [Internet]. 2015 jul;28(3):603-61. Disponible en: https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14

34. Otto M. Staphylococcus epidermidis — the 'accidental' pathogen. Nat Rev Microbiol [Internet]. 2009 ago;7(8):555-67. Disponible en: https://doi.org/10.1038/nrmicro2182

35. Becker K, Heilmann C, Peters G. Coagulase-negative staphylococci. Clin Microbiol Rev [Internet]. 2014 oct;27(4):870-926. Disponible en: https://doi.org/10.1128/CMR.00109-13

36. Gal-Mor O, Boyle EC, Grassl GA. Same species, different diseases: how and why typhoidal and non-typhoidal Salmonella enterica serovars differ. Front Microbiol [Internet]. 2014 ago;5:391. Disponible en: https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00391

37. Croxen MA, Law RJ, Scholz R et al. Recent advances in understanding enteric pathogenic Escherichia coli. Clin Microbiol Rev [Internet]. 2013 oct;26(4):822-80. Disponible en: https://doi.org/10.1128/CMR.00022-13

38. Bodey GP, Bolivar R, Fainstein V et al. Infections caused by Pseudomonas aeruginosa. Rev Infect Dis [Internet]. 1983 mar-abr;5(2):279-313. Disponible en: https://doi.org/10.1093/clinids/5.2.279

39. Vignier N, Barreau M, Olive C et al. Human infection with Shewanella putrefaciens and S. algae: report of 16 cases in Martinique and review of the literature. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2013 jul;89(1):151-6. Disponible en: https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0055