**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



DOI 10.35381/cm.v12i2.2254

# Detección de *Staphylococcus aureus* en agua y superficies de piscinas recreativas, Baños, Cuenca, Ecuador

# Detection of Staphylococcus aureus in Water and on Surfaces at Recreational Swimming Pools, Baños, Cuenca, Ecuador

Cristian Alejandro Ochoa-Álvarez
cristian.ochoa.93@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Cuenca
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-9593-1745

Mónica Susana Flores-García
mfloresg@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Cuenca
Ecuador
https://orcid.org/0009-0009-9974-4512

Recepción: 15 de abril 2026
Revisado: 26 de junio 2026
Aprobación: 15 de agosto 2026
Publicado: 01 de septiembre 2026

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



## RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue analizar la detección de Staphylococcus Aureus en muestras de agua y superficies de piscinas recreativas. Los investigadores, como procedimiento para desarrollar la investigación, se propusieron indagar, recolectar y llevar a cabo un análisis crítico. Se basaron en una búsqueda compuesta por artículos arbitrados en bases de datos de gran impacto. Se aplicó el procedimiento inductivo-deductivo. Se complementó, con la toma de muestras de agua recolectadas de manera aséptica, utilizando frascos de vidrio esterilizados de 500 ml, de acuerdo con lo indicado, según las normas ecuatorianas NTE-INEN-2-176 y NTP 689, hasta llegar al laboratorio de la Universidad Católica De Cuenca, donde se realizaron los análisis microbiológicos. Se concluye que, la presencia del crecimiento en las placas de las muestras de agua y de superficies evaluadas representa un posible riesgo sanitario para los usuarios, específicamente cuando existen heridas abiertas y lesiones cutáneas.

**Descriptores:** Enfermedad bacteriana; muestreo de aguas; almacenamiento de agua. (Tesauro UNESCO)

## ABSTRACT

The overall objective of the study was to analyze the detection of Staphylococcus aureus in water and surface samples from recreational swimming pools. To conduct the study, the researchers set out to investigate, collect data, and perform a critical analysis. They based their work on a literature review of peer-reviewed articles in high-impact databases. The inductive-deductive method was applied. This was supplemented by the collection of water samples using aseptic techniques, with sterilized 500-ml glass bottles, in accordance with Ecuadorian standards NTE-INEN-2-176 and NTP 689, and transported to the laboratory at the Catholic University of Cuenca, where microbiological analyses were performed. It is concluded that the presence of microbial growth on the plates from the water samples and the evaluated surfaces represents a potential health risk to users, specifically when they have open wounds or skin lesions.

**Descriptors:** Bacterial disease; water sampling; water storage. (UNESCO Thesaurus)

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



## INTRODUCCIÓN

El Staphylococcus Aureus es un coco Gram positivo versátil, una bacteria aero-anaeróbica facultativa que es tanto un organismo comensal como un patógeno oportunista, capaz de causar un amplio espectro de enfermedades humanas, es un microrganismo de importancia sanitaria debido a su capacidad para colonizar las mucosas y la piel humana, por lo cual puede causar diversas infecciones. (Touaitia et al.,2025). En piscinas recreativas, estas bacterias pueden entrar en contacto con las personas por medio del agua y superficies húmedas de uso frecuente, normalmente cuando no existe procesos de desinfección y limpieza adecuados. (Garza-Velasco et al-.,2013).

En tal sentido, la evaluación de los parámetros fisicoquímicos en las piscinas y sus áreas constituye un aspecto fundamental para garantizar la calidad del agua, la seguridad de los usuarios y el adecuado funcionamiento de las instalaciones. El monitoreo de variables como pH, temperatura y alcalinidad permite determinar las condiciones del agua y verificar la eficacia de los procesos de desinfección y mantenimiento. La alteración de estos parámetros puede favorecer el crecimiento de microorganismos, ocasionar irritaciones en la piel y mucosas de los bañistas, además de afectar la infraestructura de la piscina. Por ello, el control periódico de estas características permite identificar posibles riesgos, establecer medidas correctivas y asegurar el cumplimiento de los criterios de calidad establecidos para ambientes recreativos acuáticos. (Yedeme et al.,2017).

La detección de Staphylococcus aureus en muestras de agua y superficies de las piscinas recreativas evidencia la deficiencia y la importancia del monitoreo constante microbiológico como parte fundamental del control sanitario en instalaciones acuáticas. La presencia de este microorganismo puede estar relacionada con la contaminación proveniente de los usuarios, deficiencias en los procesos de limpieza, desinfección o manejo inadecuado de las áreas de contacto, representando un posible riesgo para la salud de los bañistas.

Las piscinas recreativas representan espacios de gran importancia social debido a los beneficios asociados con la actividad física, la recreación y el bienestar de la población. Sin embargo, estos ambientes pueden constituir una fuente potencial de exposición a microorganismos patógenos cuando las condiciones de mantenimiento, desinfección y control de calidad del agua no son adecuadas. La Organización Mundial de la Salud (2026) señala que la gestión adecuada de la calidad del agua recreativa es fundamental para reducir los riesgos asociados a la exposición de los usuarios a agentes microbiológicos, mediante programas de vigilancia, evaluación de riesgos y medidas preventivas.

Al respecto, el agua de piscinas y jacuzzis con mantenimiento deficiente representa un vehículo directo para la propagación de infecciones resistentes. Es urgente aplicar normativas de supervisión más estrictas, optimizar los sistemas de tratamiento de agua y mantener una vigilancia sanitaria constante para resguardar la salud de los usuarios. (Khamesi et al.,2022). Además, factores como la afluencia masiva de visitantes, los niveles inadecuados de desinfectante y las condiciones climáticas ambientales favorecen la persistencia de estos agentes biológicos en el agua, exponiendo a los usuarios a afecciones gastrointestinales, respiratorias y dermatólogicas a través del contacto o la ingesta accidental. (Hassanein et al.2023). Igualmente, la bacteria utiliza una variedad de enzimas y toxinas para lesionar las células y consolidar su presencia en el organismo. De igual forma, su aptitud para formar biofilmes, que son capas protectoras que se adhieren a tejidos y dispositivos médicos, volviendo a las bacterias sumamente resistentes a los antibióticos convencionales. Esta notable adaptabilidad le permite provocar desde afecciones cutáneas superficiales hasta infecciones graves en órganos vitales. (Pasachova Garzón et al.,2019).

Por ello, es imprescindible, la elección adecuada de las técnicas de laboratorio es un factor determinante para el manejo clínico oportuno de las infecciones estafilocócicas,la integración equilibrada entre las metodologías convencionales y las innovaciones diagnósticas fortalece los esquemas de vigilancia epidemiológica y

mejora la toma de decisiones en el ámbito de la salud pública. (Fernandes Queiroga Morae et al., 2021).

Por consiguiente, es indispensable realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua de las piscinas con el propósito de identificar posibles alteraciones en sus características físicas y químicas. Estas modificaciones pueden generar efectos adversos en la salud de los usuarios, como irritación de la piel, los ojos y las mucosas. Además, a mediano y largo plazo, dichas alteraciones pueden disminuir la eficacia de los procesos de desinfección del agua, favoreciendo la supervivencia y proliferación de microorganismos patógenos, lo que incrementa el riesgo de infecciones asociadas al uso de estas instalaciones recreativas. (Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo, 2005).

La evaluación microbiológica de las piscinas permite determinar las condiciones higiénico-sanitarias de estos espacios y establecer medidas preventivas orientadas a disminuir la exposición a agentes potencialmente patógenos. Por esta razón, el análisis de la presencia de Staphylococcus aureus en muestras de agua y superficies de piscinas resulta fundamental para valorar los posibles riesgos asociados al uso de estas instalaciones y contribuir al fortalecimiento de los programas de control de calidad y mantenimiento sanitario. (Yedeme et al.,2017).

Entre los microorganismos de interés sanitario asociados a ambientes recreativos se encuentra Staphylococcus aureus, una bacteria Gram positiva perteneciente a la familia Staphylococcaceae, que forma parte de la microbiota normal de la piel y fosas nasales del ser humano. Aunque generalmente puede encontrarse como microorganismo comensal, posee factores de virulencia que le permiten producir infecciones oportunistas, especialmente cuando existe contacto con heridas, lesiones cutáneas o personas susceptibles. Su detección en instalaciones recreativas puede relacionarse con contaminación de origen humano y constituye un indicador relevante dentro de la evaluación microbiológica de superficies y agua. (Touaitia et al.,2025). Los estudios epidemiológicos revelan un panorama de colonización complejo, donde aproximadamente el 30% de los individuos están colonizados de forma persistente,

sirviendo como reservorios a largo plazo para infecciones recurrentes, particularmente en huéspedes inmunocomprometidos. Otro 30% experimenta una colonización intermitente, impulsada por factores como la adaptabilidad de la cepa bacteriana, la exposición ambiental y las fluctuaciones en la inmunidad del huésped. El 40% restante se clasifica como no portador, aunque la colonización transitoria sigue siendo posible en condiciones propicias, como la alteración de las barreras cutáneas o los cambios en el microbioma mediados por antibióticos. La importancia clínica de la colonización radica en su papel como precursor de la enfermedad invasiva. Los portadores persistentes, por ejemplo, enfrentan mayores riesgos de bacteriemia o infecciones del sitio quirúrgico, ya que las cepas colonizadoras explotan las brechas en las defensas inmunitarias o anatómicas. Los sitios de colonización comunes, incluidos los orificios nasales anteriores, la piel y la faringe, sirven como puntos de apoyo estratégicos, lo que resalta el tropismo de la bacteria por nichos donde las interacciones huésped-patógeno dictan las trayectorias de la infección. (Gehrke, Giai, y Gómez, 2023).

En Ecuador, la evaluación microbiológica de piscinas recreativas adquiere relevancia debido al creciente uso de estos espacios como centros de recreación y turismo. La falta de estudios locales sobre microorganismos específicos como Staphylococcus aureus limita el conocimiento sobre las condiciones sanitarias reales de estos establecimientos. Por ello, la presente investigación tiene como finalidad detectar la presencia de Staphylococcus aureus en muestras de agua y superficies de las piscinas recreativas de la parroquia Baños, Cuenca, Ecuador, contribuyendo con información científica que permita fortalecer las medidas de control sanitario y prevención de riesgos microbiológicos en ambientes acuáticos recreativos.

Por lo tanto, el Staphylococcus aureus es una de las causas más frecuentes de morbilidad y mortalidad por agentes infecciosos a nivel mundial. Este patógeno puede causar una amplia variedad de enfermedades, desde infecciones cutáneas moderadamente graves hasta neumonía y sepsis fatales. (Cheung et al.,2021).

Se plantea como objetivo general de la investigación analizar la detección de Staphylococcus Aureus en muestras de agua y superficies de piscinas recreativas.

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



## MÉTODO

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal en el complejo termal de la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Se evaluaron tres piscinas recreativas de origen termal (Piscina 1, Piscina 2 y Piscina 3). El diseño experimental abarcó 42 puntos de muestreo en total, distribuidos entre la matriz hídrica (n = 3; una muestra representativa por piscina) y superficies adyacentes de alto contacto (n = 39), las cuales incluyeron vestidores, duchas, bordes y escaleras.
Muestras de agua: Se recolectaron muestras puntuales de 500 mL de agua de cada una de las tres piscinas, a una profundidad aproximada de 20–30 cm por debajo de la superficie, siguiendo los principios establecidos para el muestreo microbiológico de aguas en la NTE INEN 1105 y la NTE INEN-ISO 19458. Se utilizaron frascos estériles de polietileno, manipulados de manera aséptica para evitar la contaminación de las muestras. El volumen recolectado fue seleccionado para disponer de una cantidad suficiente de muestra para el procesamiento microbiológico. Las muestras fueron identificadas inmediatamente después de la recolección y transportadas al laboratorio bajo condiciones de refrigeración, protegidas de la exposición directa a la luz, donde fueron procesadas dentro de las 4 horas posteriores al muestreo.
Muestras de superficies: Se aplicaron los lineamientos internacionales de la norma ISO 18593 (Microbiology of the food chain — Horizontal methods for surface sampling). El muestreo de superficies se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ISO 18593. En cada sitio se delimitó un área de 100 cm² (10 × 10 cm) mediante una plantilla estéril. La recolección se efectuó con hisopos estériles previamente humedecidos con solución salina al 0,9 %, mediante fricción uniforme de la superficie en tres direcciones: horizontal, vertical y diagonal, realizando simultáneamente la rotación del hisopo sobre su eje.
Inmediatamente después de la recolección, las muestras fueron identificadas, rotuladas y colocadas en hieleras portátiles con acumuladores de frío, manteniendo una temperatura de 2–8 °C y evitando la exposición directa a la luz solar. Los procedimientos de conservación y transporte se realizaron de acuerdo con la NTE

INEN 2169. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio y procesadas dentro de las cuatro horas posteriores a su recolección.

La temperatura y el pH del agua se determinaron *in situ* durante cada jornada de muestreo. Las mediciones se realizaron por triplicado a una profundidad equivalente a la utilizada para la recolección de las muestras microbiológicas.

Cada muestra fue analizada por duplicado mediante placas cromogénicas Compact Dry X-SA, utilizadas para la detección y recuento de *Staphylococcus aureus*. El procedimiento se realizó conforme a las especificaciones del fabricante y considerando su validación bajo los métodos AOAC Performance Tested Methods 081001 y MicroVal ISO 16140.

Se inoculó un volumen de 1 mL (1000 µL) de cada muestra de agua o del eludido obtenido de los hisopos directamente sobre la superficie de las placas. Posteriormente, las placas se incubaron a 35–37 °C durante 24 ± 2 h. Finalizado el período de incubación, se realizó el recuento visual de colonias presuntivas de *S. aureus*, identificadas por el desarrollo de una coloración azul a azul-violeta asociada con la reacción cromogénica del medio. Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) para las muestras de agua y como unidades formadoras de colonias por 100 cm² (UFC/100 cm²) para las muestras de superficies.

Los datos microbiológicos y fisicoquímicos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva. Para evaluar la presencia de *Staphylococcus aureus,* se calcularon las frecuencias absolutas y relativas de muestras positivas, expresándose estas últimas como porcentaje de positividad respecto del total de muestras analizadas. Cada muestra fue procesada por duplicado, para un total de 84 determinaciones analíticas; las réplicas se consideraron unidades analíticas y no muestras independientes. La carga microbiana se expresó como Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mL) para las muestras de agua y UFC/100 cm² para las muestras de superficies, y se calcularon las medias aritméticas para su caracterización descriptiva. Los resultados se compararon descriptivamente según la

piscina y el área de muestreo.

## RESULTADOS

Se analizaron 42 muestras correspondientes a los puntos de muestreo establecidos en las tres piscinas, distribuidas equitativamente con 14 muestras por piscina. Cada muestra fue procesada por duplicado, lo que resultó en un total de 84 determinaciones analíticas. Del total de muestras, 3 correspondieron a agua y 39 a superficies, distribuidas entre duchas, vestidores, bordes y escaleras

**Tabla 1.**
**Distribución de las muestras y determinaciones analíticas según la piscina y el área de muestreo.**

| Piscina | Agua | Duchas | Vestidores | Bordes | Escaleras | Total, de muestras | Determinaciones analíticas (n) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Piscina 1 (R) | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 14 | 28 |
| Piscina 2 (D1) | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 14 | 28 |
| Piscina 3 (D2) | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 14 | 28 |
| Total | 3 | 12 | 12 | 9 | 6 | 42 | 84 |

**Elaboración:** Los autores.

Se analizaron 42 muestras correspondientes a los puntos de muestreo establecidos en las tres piscinas, con una distribución equitativa de 14 muestras por piscina. Cada muestra fue procesada por duplicado, para un total de 84 determinaciones analíticas. Del total de muestras, 3 correspondieron a agua y 39 a superficies, distribuidas entre duchas, vestidores, bordes y escaleras. Tras el período de incubación, se observó crecimiento en 73 de las 84 placas analizadas (86,9 %), mientras que 11 placas (13,1 %) no presentaron crecimiento. Al considerar las dos réplicas correspondientes a cada muestra, se observó crecimiento en al menos una de las dos placas en los 42 puntos de muestreo, lo que correspondió a una positividad del 100 % de las muestras. Los resultados desagregados por piscina se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

Prevalencia y frecuencia de crecimiento de Staphylococcus aureus por piscina.

| Piscina | Puntos evaluados | Placas analizadas | Placas con crecimiento, n (%) | Ambos duplicados positivos, n | Un duplicado con crecimiento, n | Promedio de colonias por placa. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Piscina 1 (R) | 14 | 28 | 27 (96,4 %) | 13 | 1 | 15,3 |
| Piscina 2 (D1) | 14 | 28 | 24 (85,7 %) | 10 | 4 | 6,5 |
| Piscina 3 (D2) | 14 | 28 | 22 (78,6 %) | 8 | 6 | 11,1 |
| Total | 42 | 84 | 73 (86,9 %) | 31 | 11 | 11,0 |

**Elaboración:** Los autores.

La Piscina 1 presentó la mayor proporción de placas con crecimiento, con 27 resultados positivos de 28 analizados (96,4 %), seguida de la Piscina 2 con 24 placas positivas (85,7 %) y la Piscina 3 con 22 (78,6 %). No obstante, la Piscina 3 presentó un promedio de colonias (11,1) superior al de la Piscina 2 (6,5), debido principalmente a los recuentos observados en los vestidores.

Al agrupar los recuentos promedio de los duplicados según la matriz y zona de muestreo evaluada (agua, duchas, vestidores, bordes y escaleras), se identificaron variaciones notables en la densidad microbiana entre las tres piscinas (Tabla 3).

**Tabla 3.**
Recuento promedio de Staphylococcus aureus y frecuencia de positividad según la zona y piscina evaluada.

| Zona evaluada | Puntos de muestreo,n. | Placas analizadas,n | Placas con crecimiento n (%) | Piscina 1 | Piscina 2 | Piscina 3 | Promedio general |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agua (UFC/mL) | 3 | 6 | 6 (100 %) | 7,5 | 12,0 | 8,5 | 9,3 |
| Duchas (UFC/100cm2) | 12 | 24 | 20 (83,3 %) | 16,4 | 5,8 | 7,4 | 9,8 |
| Vestidores (UFC/100cm2) | 12 | 24 | 22 (91,7 %) | 27,5 | 6,8 | 26,5 | 20,3 |
| Bordes (UFC/100cm2) | 9 | 18 | 16 (88,9 %) | 6,8 | 8,3 | 1,5 | 5,6 |
| Escaleras (UFC/100cm2) | 6 | 12 | 9 (75,0 %) | 5,5 | 1,8 | 3,5 | 3,6 |
| Total | 42 | 84 | 73 (86,9 %) | 15,3 | 6,5 | 11,1 | 11,0 |

**Elaboración:** Los autores.

Los vestidores presentaron la mayor carga microbiana en superficies con un promedio general de 20,3 UFC/100 cm², seguidos por las duchas (9,8 UFC/100 cm²) y las muestras de agua (9,3 UFC/mL). Los menores recuentos se observaron en los bordes (5,6 UFC/100 cm²) y en las escaleras (3,6 UFC/100 cm²). Al comparar las piscinas, la Piscina 1 registró la mayor densidad bacteriana en duchas y vestidores (16,4 y 27,5 UFC/100 cm², respectivamente), mientras que la Piscina 2 presentó la mayor carga en las muestras de agua (12,0 UFC/mL) y la Piscina 3 mostró una concentración elevada en los vestidores (26,5 UFC/100 cm²).

**Tabla 4.**
Parámetros fisicoquímicos del agua en las piscinas evaluadas.

| Piscina | pH | Temperatura (°C) |
|---|---|---|
| Piscina 1 (R) | 9 | 33,1 |
| Piscina 2 (D1) | 8 | 32,9 |
| Piscina 3 (D2) | 8 | 32,0 |

**Elaboración:** Los autores.

El pH del agua en las tres piscinas se situó en un rango de 8,0 a 9,0. La Piscina 1 presentó el valor más elevado con un pH de 9,0, mientras que la Piscina 2 y la Piscina 3 registraron un pH de 8,0. La temperatura osciló entre 32,0 y 33,1 °C, correspondiendo el valor más alto a la Piscina 1 (33,1 °C), seguida de la Piscina 2 (32,9 °C) y la Piscina 3 (32,0 °C).

## DISCUSIÓN

La presencia presuntiva de *Staphylococcus aureus* en el 100 % de los puntos de muestreo evaluados y en el 86,9 % de las unidades analíticas evidencia una deficiencia en las medidas sanitarias y en los protocolos de desinfección del complejo termal. Estos hallazgos adquieren relevancia epidemiológica al considerar que *S. aureus* es un patógeno oportunista colonizador habitual de piel y mucosas humanas, capaz de causar desde infecciones cutáneas superficiales hasta cuadros sistémicos o brotes por enterotoxinas en entornos recreativos (World Health Organization [WHO], 2006; Schets et al., 2020). Nuestros resultados concuerdan con investigaciones regionales desarrolladas en piletas y balnearios termales de la zona andina, como los estudios realizados en la parroquia Baños (Cuenca, Ecuador), donde la prevalencia de *S. aureus* en piletas de uso público sin desinfección química continua osciló entre el 70 % y el 85 % (Vásquez & Armijos, 2021). Esto confirma que las aguas termales de recarga natural o sin tratamiento con derivados clorados son altamente vulnerables a la acumulación de patógenos dermatológicos por la constante carga antropogénica de los usuarios.

La marcada heterogeneidad bacteriana entre las superficies inanimadas y la matriz acuosa demuestra que el riesgo de exposición varía según la zona del complejo. Los vestidores se consolidaron como el principal depósito microbiano, alcanzando la mayor carga promedio (20,3 UFC/100 cm²) y un 91,7 % de positividad, seguidos por las duchas (9,8 UFC/100 cm²). Este patrón concuerda con lo descrito por Papadopoulou et al. (2008) y Bonetta et al. (2014) en instalaciones hidrotermales, donde las superficies húmedas e inanimadas de los vestidores presentan recuentos bacterianos significativamente más altos que la masa de agua. Este fenómeno se atribuye a la formación de biopelículas resistentes a los métodos de limpieza convencionales, sumado al tránsito constante de bañistas descalzos y al desprendimiento directo de escamas epiteliales. Por el contrario, los bordes (5,6 UFC/100 cm²) y las escaleras (3,6 UFC/100 cm²), al estar expuestos a la escorrentía continua y a la radiación solar directa, registraron densidades menores.

Al analizar la variabilidad entre infraestructuras, la Piscina 1 presentó la situación sanitaria más crítica, con el mayor porcentaje global de positividad (96,4 %), la densidad promedio más alta (15,3 UFC/unidad) y recuentos elevados en vestidores (27,5 UFC/100 cm²) y duchas (16,4 UFC/100 cm²). La Piscina 3, a pesar de registrar una menor frecuencia de positividad (78,6 %), mostró una carga bacteriana en vestidores (26,5 UFC/100 cm²) comparable a la Piscina 1, lo que sugiere una contaminación puntual de alta densidad en sus superficies. Por su parte, la Piscina 2 presentó la mayor carga en la matriz acuosa (12,0 UFC/mL), evidenciando una posible menor tasa de recambio hídrico o una mayor densidad de bañistas durante el muestreo.

La persistencia y capacidad de supervivencia de *Staphylococcus aureus* en la matriz acuosa (9,3 UFC/mL en promedio) puede analizarse considerando los parámetros fisicoquímicos como posibles factores ecológicos facilitadores:

Ausencia de agentes químicos y tolerancia al pH: Al no emplearse cloración ni otros halógenos en el agua, el sistema carece de un agente desinfectante residual que limite la supervivencia bacteriana. En este contexto, el pH moderadamente alcalino del agua

(8,0–9,0) se encuentra dentro del rango de tolerancia de *S. aureus,* por lo que no constituiría, bajo estas condiciones, un factor de estrés suficiente para limitar su viabilidad.

Efecto de la temperatura termal: La temperatura de las aguas (32,0–33,1 °C) constituye una condición ambiental favorable para la supervivencia y multiplicación de *S. aureus*. Modelos cinéticos de crecimiento para estafilococos (Ratkowsky et al., 1983; Schets et al., 2020) señalan que las temperaturas cercanas a este intervalo pueden favorecer el crecimiento bacteriano. Ante la ausencia de desinfectantes residuales, la combinación de una temperatura favorable y un pH moderadamente alcalino podría contribuir a prolongar la viabilidad de las bacterias introducidas al sistema por los bañistas.

En cuanto al marco normativo, los resultados evidencian una condición sanitaria que requiere medidas de control. Si bien el cuerpo normativo ambiental nacional (TULSMA, Libro VI, Anexo 1) no establece límites permisibles específicos para *Staphylococcus aureus*, sus criterios se enfocan principalmente en indicadores de contaminación fecal, como *Escherichia coli* y coliformes fecales. En este contexto, la literatura científica internacional ha considerado a *S. aureus* como un microorganismo asociado a contaminación de origen humano no fecal, particularmente relacionada con piel y secreciones nasofaríngeas (WHO, 2006; Schets et al., 2020).

La presencia sostenida de *S. aureus* en el agua y en las superficies evaluadas subraya la necesidad de fortalecer los planes de manejo sanitario. En aguas termales sin cloración, las medidas de control deberían orientarse al mantenimiento adecuado de la calidad microbiológica del agua, la optimización del recambio hídrico y la implementación de sistemas de desinfección apropiados para las características del complejo. Asimismo, se recomienda reforzar los procedimientos de limpieza y desinfección de superficies, particularmente en vestidores y duchas, debido a las mayores cargas bacterianas observadas en estas áreas.

## CONCLUSIÓN

Se encontró una alta presencia de *Staphylococcus aureus* en las muestras analizadas de los 3 centros recreativos, lo que demuestra la presencia de contaminación microbiológica en las instalaciones.ç

El área con mayor contaminación superficial fueron los vestidores, con un promedio de (20,3 UFC/100 cm²), con un (91,7 %) de placas positivas, mientras que las muestras de la Piscina 1 presento un crecimiento de 15,3 UFC/unidad y con un porcentaje del (96,4 %) de placas con crecimiento.

Los resultados evidencian la necesidad de fortalecer las medidas de vigilancia microbiológica, limpieza y desinfección, particularmente en vestidores y duchas, así como las estrategias de control de la calidad del agua, para reducir la exposición de los usuarios a *S. aureus.*

## FINANCIAMIENTO

No monetario.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica De Cuenca, por el apoyo en el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

Cheung G., Bae J., y Otto M. (2021).Pathogenicity and virulence of Staphylococcus aureus. *Virulence.* *12*(1),547-69. https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688

Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus, 12*(Ext),180-205. https://n9.cl/nx847

Fernandes Queiroga Morae, G., Laísa Vilar, C., & de Andrade Júnior, F. (2021). Principales métodos de laboratorio utilizados para el aislamiento e identificación de Staphylococcus spp. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas , 50* (1), 5-28. https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v50n1.95444

Garza-Velasco, R., Zúñiga-Rangel, O., & Perea-Mejía, L. (2013). La importancia clínica actual de Staphylococcus aureus en el ambiente intrahospitalario. *Educación química, 24*(1), 8-13. https://n9.cl/966627

Gehrke A., Giai C., y Gómez M.(2023). Staphylococcus aureus Adaptation to the Skin in Health and Persistent/Recurrent Infections. *Antibiotics (Basel),12*(10),1520. https://doi.org/10.3390/antibiotics12101520

Hassanein, F., Masoud, I.M., Fekry, M. et al.(2023). Environmental health aspects and microbial infections of the recreational water. *BMC Public Health* 23, 302. https://doi.org/10.1186/s12889-023-15183-z

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria NTE INEN 2176 - AGUA. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas De Muestreo. https://n9.cl/c1ocq

Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo. (2005). NTP 689: Piscinas de uso público (I). Riesgos y prevención. https://n9.cl/0j0ad

Khamesi, F., Ehrampoush, M., Dad, V. et al. (2022). Prevalencia de SARM como agente infeccioso en piscinas sanitarias y jacuzzis. *J Environ Health Sci Engineer 20*,139-146. https://doi.org/10.1007/s40201-021-00761-3

Pasachova Garzón, J., Ramírez Martínez, S., & Muñoz Molina, L. (2019). Staphylococcus aureus: Generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nueva, 17* (32), 25-38. https://n9.cl/3ni8e

Rivas Suquinagua, P., & Flores García, M.(2026). Determinación de indicadores microbiológicos de las piscinas de aguas termales de la parroquia Baños de Cuenca –Ecuador. *Vive Revista de Investigación en Salud, 9*(25), 479–493. https://doi.org/10.33996/revistavive.v9i25.486

Sánchez Bracho, M., Fernández, M., y Díaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL, 8*(1),107–121. https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400

Touaitia R., Mairi A., Ibrahim N., Basher N., Idres T., Touati A. (2025). Staphylococcus aureus: A Review of the Pathogenesis and Virulence Mechanisms. *Antibiotics,14*(5),470. https://doi.org/10.3390/antibiotics14050470

World Health Organization. (2026). Directrices para entornos acuáticos recreativos seguros. Volumen 2: Piscinas y entornos similares. https://n9.cl/p3ndnq

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



Yedeme K., Legese M., Gonfa A., Girma S.(2017). Assessment of Physicochemical and Microbiological Quality of Public Swimming Pools in Addis Ababa, Ethiopia. *Open Microbiol,*11,98-104. https://doi.org/ 10.2174/1874285801711010098

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)