

Artículo original

Calidad bacteriológica del agua de las piscinas como un factor de riesgo para los deportes acuáticos en Ecuador

*Bacteriological quality of swimming pool water as a risk factor for water sports in Ecuador*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.61e.016>

Erika Ascencio Jordán.<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-0878-6207>

Holguer Romero Urrea.<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-0877-0339>

Álvaro Espinoza Burgos.<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1490-3505>

Juan Calderon Cisneros.<sup>4\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-8167-8694>

José de Jesús Gimón.<sup>5</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3490-5858>

Recibido: 14/10/2020

Aceptado: 18/01/2021

RESUMEN

La baja calidad bacteriológica que presenta el agua de las piscinas, producto de las características fisicoquímica (la temperatura, el pH y el cloro residual) que esta posee, constituye un riesgo para la salud de los atletas de los deportes acuáticos quienes deben utilizarlas por un espacio promedio de 5 a 6 horas continuas, quedando expuestos a diferentes enfermedades bacteriológicas como la diarrea y enfermedades dérmicas. Por lo que, analizar la calidad bacteriológica del agua de las piscinas como un factor de riesgo para los deportes acuáticos en Ecuador fue el objetivo de este estudio de campo, descriptivo de tipo exploratorio–evaluativo con apoyo de base documental. Para el análisis de la calidad del agua de las piscinas se recolectaron 32 muestras de agua, con dos réplicas una para realización de los análisis bacteriológicos y la otra para los análisis fisicoquímicos durante el periodo comprendido de agosto – octubre del 2019. Entre los resultados se determinó la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* y *Coliformes* totales en las aguas de las piscinas del Complejo Mosquetero de Guayaquil. La presencia bacteriológica en el equipamiento de las instalaciones de las piscinas, es producto de una ausencia de mantenimiento efectivo que se le debe realizar a dichos equipos para la eliminación de los residuos bacteriológicos que se presenten en los mismos. Los cuales causan en los atletas de los deportes acuáticos trastornos digestivos, la adquisición de bacterias estomacales que pudiesen estar presente en este cuerpo acuoso.

Palabras clave: Parámetros fisicoquímicos, parámetros bacteriológicos, calidad del agua, normativa.

ABSTRACT

The low bacteriological quality of swimming pool water, a product of physico-chemical characteristics (temperature, pH and residual chlorine) which it possesses constitutes a health risk for water sports athletes who must use them for an average of 5 to 6 continuous hours, being exposed to different bacteriological diseases such as diarrhoea and dermal diseases. Therefore, analyzing the bacteriological quality of the water in the pools as a risk factor for water sports in Ecuador was the objective of this field study, descriptive of exploratory-evaluative type with support of documentary basis. For the analysis of the water quality of the pools, 32 water samples were collected, with two replicates one for bacteriological analysis and the other for physico-chemical analysis during the period from August - October 2019. Among the results, the presence of total *Pseudomonas aeruginosa* and *Coliformes* in the waters of the pools of the Mosquetero Complex of Guayaquil was determined. The bacteriological presence in the equipment of the facilities of the swimming pools is the result of an absence of effective maintenance that must be carried out to such equipment for the elimination of the bacteriological residues that are presented in them. Which cause in water sports athletes digestive disorders, the acquisition of stomach bacteria that might be present in this aqueous body.

**Keywords:** Physico-chemical parameters, bacteriological parameters, water quality, regulations.

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica ECOTEC; Ecuador

<sup>2</sup>Universidad Estatal de Milagro UNEMI; Ecuador

<sup>3</sup>Universidad Nacional Del Rosario-Argentina; Ecuador

<sup>4</sup>Universidad de Salamanca (Usal); España

<sup>5</sup>Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada UNEFA; Venezuela

\* Autor de Correspondencia: [jcalderonc@unemi.edu.ec](mailto:jcalderonc@unemi.edu.ec)

## Introducción

Las piscinas son instalaciones recreativas y deportivas, que son de uso frecuente por la población y medio necesario para la práctica de los deportes acuáticos, en este sentido el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (1992), señala que la calidad del agua en piscinas debe cumplir con los parámetros físicos, químicos, estéticos y bacteriológicos del agua potable, especificando para el aspecto bacteriológicos el uso de los indicadores habituales: *coliformes* totales, fecales y bacterias *aerobias mesófilas*. En consecuencia, la normativa nacional, al establecer como valores guías de la calidad del agua de piscinas los correspondientes a las aguas de consumo. La calidad del agua se define en función del conjunto de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos es decir si sus valores se hallan dentro los límites de aceptación (Mejía, 2005).

Parámetros fisicoquímicos del agua de las piscinas, estos parámetros especifican los criterios mínimos por los cuales una piscina debe operar para reducir al mínimo los riesgos de la salud pública de los bañistas a niveles aceptables (Ortega Holguín & Tinoco Mejía, 2017) entre estos tenemos:

La capacidad de absorción de ciertas radiaciones del espectro visible se denomina color (Pulido, 2014). Los principales efectos de color de agua en las actividades recreativas son estéticos y de seguridad. El pH que es la medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno (Romero, 2011). La temperatura es un parámetro importante debido al efecto que ejerce sobre las características del agua, las operaciones y procesos de tratamiento. La turbidez del agua se debe a la presencia de partículas suspendidas coloidales y disueltas, dificultando la transmisión de la luz. (Pinzón, 2010). La conductividad de una solución se determina por un movimiento iónico (Villegas, 2013). El cloro es un gas venenoso amarillo – verdoso a temperatura ambiente. Al añadirlo al agua se combina y da como resultado el ácido hipocloroso que después se ioniza formando el ion hipoclorito (Hill, 2014).

Con los análisis fisicoquímicos, se establece la calidad del agua de las piscinas indicando si presentan condiciones inseguras con potencial riesgo a la salud de los atletas que hacen uso de las mismas, en vista de los niveles de cloro residual libre, los valores de pH, con estos parámetros aunado a la temperatura del agua garantizan una desinfección efectiva, lo cual se ve reflejado en los indicadores bacterianos.

Los cuales al presentar valores que superen los límites establecidos por la norma sanitaria, constituyen un riesgo para la salud de los deportistas ya que pueden contraer síndromes diarreicos por la ingesta de bacterias presentes en el agua, así como enfermedades dérmicas.

En cuanto a los parámetros Bacteriológicos, Estos parámetros son indicadores de la contaminación del agua que puede ser de tipo orgánico y biológico (Ortega Holguín & Tinoco Mejía, 2017), en cuanto a la calidad bacteriológica del agua, Coutiño *et al.*, (2008) señalaron que la especie bacteriana aceptado por todos los organismos internacionales como indicador de contaminación fecal, es *E. coli*, debido a su capacidad de sobrevivir por mayor tiempo en el agua que otros microorganismos patógenos; esta especie ha sido reportada como el agente causal de diversos cuadros infecciosos.

Con respecto al estudio de la calidad bacteriológica del agua, Ramieke (1999), en una investigación realizada en aguas para la recreación en la India, aisló bacilos Gram negativos en la mayoría de los muestreos. Clark (1998) en el análisis de aguas de piscinas en Philadelphia, identificó *K. pneumoniae* en la mayoría de las muestras estudiadas. *E. coli* y *Ps. aeruginosa* se aislaron en cuatro de las cinco piscinas estudiadas.

Los coliformes totales son bacterias Gram – Negativo, aerobias y anaerobias facultativas, no forman esporas, y capaces de metabolizar los lácteos con producción de ácido y gas, más o menos rápido, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30 - 37°C. (Hill, 2014).

*Escherichia coli*, comúnmente conocida como *E. coli*, es un miembro de un grupo de los coliformes fecales, se encuentran en el sistema digestivo de los seres humanos y animales. Son bacterias pequeñas, móviles, Gram - negativas, no formadoras de esporas, anaerobios facultativos, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa pero primordialmente se caracterizan por desarrollarse a temperaturas elevadas (44.5° C) y la capacidad de producir la enzimas glucoronidasa (Ortiz, 2013).

El *Pseudomonas aeruginosa* es parte de un gran grupo de bacterias libres que se encuentran presentes en el medio ambiente. *Pseudomonas a.* es un bacilo aeróbico, no forma esporas, móvil, Gram - negativas, con forma de varilla recta o ligeramente curvada, con unas dimensiones de 0,5 - 1 micras x 1,5 - 4 micras. (González *et al.*, 2013).

Las bacterias del género *Bacillus* llegan de forma natural al tracto gastrointestinal de las aves a través de los alimentos (Calvo y Zúñiga, 2010). Además, en la naturaleza se encuentran en el suelo, en el agua y en otros ambientes, incluido el intestino del hombre (Barrios, 2013).

La *Klebsiella*, es una bacteria que se encuentra en la flora intestinal de la mayoría de la población sin causar ningún daño. Es un microorganismo que puede producir infecciones de pulmón, de intestino, en las vías urinarias o en heridas. Su variedad más conocida y de mayor relevancia clínica es la *Klebsiella pneumoniae* (Revillas, 2019).

La *Branhamella catarrhalis*, puede estar implicada en la etiología infecciosa de las enfermedades respiratorias bacterianas más frecuentes en nuestro medio y sobretodo su aislamiento está más relacionado con la bronquitis crónica agudizada, las neumonías agudas y la sinusitis maxilar aguda.

El estafilococo (*Staphylococcus* o su abreviación "staph" en inglés). Es un tipo de microbio (bacteria) que puede causar infecciones casi en cualquier parte del cuerpo. Un tipo de estafilococo, llamado *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM), es más difícil de tratar (Medlineplus, 2019).

Es por ello que estas instalaciones deben cumplir una serie de normativas ambientales y de salud pública para evitar la contaminación de sus aguas y perjudicar de esta manera a los usuarios que disfrutan estas instalaciones. En este sentido Carrasquero Ferrer *et al.*, (2016) establecen que la contaminación del agua de las piscinas puede darse por dos factores principales, aportada por los bañistas o por un deficiente mantenimiento tanto del agua como de las estructuras del estanque. En cuanto a la práctica de los deportes acuáticos, Rodríguez (1999) indica que casi podría decirse que los nadadores de alto nivel viven en el agua, estos atletas recorren entre 6.000 y 10.000 metros en la piscina, seis días a la semana, durante once meses al año.

Es por ello que el análisis bacteriológico de aguas de piscinas deportivas es de gran importancia, ya que conduce a la enumeración, aislamiento e identificación de microorganismos indicadores de contaminación fecal, que pueden provocar enfermedades como otitis, gastroenteritis, amibiasis, infecciones genitourinarias, conjuntivitis, entre otras a los atletas que hacen vida en dichas instalaciones (Prats, 2005).

En este sentido, Hernández (s/f) indica que los procesos infecciosos más frecuentemente relacionados con el uso de piscinas se pueden dividir según las vías de entrada en el organismo: las infecciones dérmicas, estas infecciones suponen el 30% del total del peligro al cual se exponen los deportistas. A través de la piel pueden penetrar estafilococos que son origen de forúnculos. Infecciones de mucosas suponen el 50% de las infecciones. En mucosas, las infecciones se localizan en la rinofaringe, ojos y oídos, provocando rinitis, conjuntivitis y otitis. Infecciones gástricas o digestivas, suponen el 20%.

La infección gástrica más frecuente causada por los gérmenes que se encuentran en el agua del vaso de las piscinas es la gastroenteritis. La contaminación química por agentes desinfectantes puede provocar irritaciones de piel y mucosas, principalmente el cloro, por el pH alcalino o por el contrario cuando el pH es ácido. La consecuencia de estas irritaciones es que debilitan la piel y las mucosas, reduciendo su capacidad como barrera frente a las infecciones (Hernández, s/f)

Las actividades en piscinas cloradas son el principal factor predictor de daño pulmonar sobre todo en personas con predisposición genética (Nystad *et al.*, 2003; Nickmilder y Bernard, 2007), algo paradójico si tenemos en cuenta que se ha considerado una práctica recomendada para personas asmáticas gracias al ambiente caliente y húmedo en el que se desarrolla. Actualmente no se indica tanto, pues el efecto pro-inflamatorio podría tener consecuencias desconocidas (Drobnic, 2009)

Es por ello que el presente estudio tiene como fin el Analizar la calidad microbiológica del agua de las piscinas como un factor de riesgo para los deportes acuáticos en Ecuador.

## **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló bajo la modalidad de investigación de campo descriptivo de tipo exploratorio–evaluativo con apoyo de base documental, observacional y normativo legal. Se recolectaron 32 muestras de agua, con dos réplicas una muestra para realización de los análisis bacteriológicos y la otra para los análisis fisicoquímicos. Adicional se tomaron 28 muestras de hisopados de superficies de los juegos acuáticos. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del centro deportivo de Guayaquil en las 5 piscinas con las cuales cuenta dicho centro.

Para la obtención de la muestra, se realizaron reuniones informativas con las autoridades del Complejo Mosquetero de Guayaquil, quienes aceptaron que el polideportivo participara en el estudio, en tal sentido se programó la ejecución de la recolección de las muestras para el periodo comprendido agosto – octubre del 2019, con una frecuencia de toma de muestra de una vez por semana.

Para la recolección de las muestras, estas se tomaron de manera indirecta en los puntos de entrada de agua a la piscina como se encuentra establecido en la norma INEN (2000) en cuanto a los instrumentos de recolección de agua para los análisis bacteriológico y fisicoquímico se empleó para tal fin una botella de vidrio de boca estrecha de capacidad 500 ml con un tapón, el cual se encontraba unido a una cuerda, se hizo descender la botella hasta una profundidad 20 a 30 cm, con un golpe seco se quitó el tapón, se dejó que se llene la botella y se procedió a levantar lentamente (FAO, 2014).

El muestreo se llevó a cabo al momento de la apertura, al cierre, en los días de mayor asistencia de bañistas y después del mantenimiento del parque acuático (Ministerio de Protección Social, 2010).

Para el hisopado de las superficies de los juegos acuáticos se realizó un muestreo en seco, en el cual se sostenía el hisopo en un ángulo de 30° con respecto a la superficie a muestrear. Se frotó lentamente por toda el área deseada. Luego introducimos el hisopo nuevamente en el tubo (Primus Labs, 2011). Una vez rotuladas las muestras estas se conservaron a temperatura entre 2 °C y 5 °C.

Para esta investigación se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos usando la Norma NTE (2011): Agua Potable y la Norma Requisitos 742/2013, Criterios técnico-sanitarios de las piscinas, España. Se tomaron 2 muestras para análisis los fisicoquímicos y bacteriológicos y 3 hisopados por cada parque acuático, una vez por cada fin de semana.

El análisis fisicoquímico se realizó in situ utilizando el equipo DR/890 Portable Colorimeter, la determinación de Cloro combinado residual y Cloro libre residual se lo realizó por espectrofotometría, Turbiedad por turbidimetría, Color por colorimetría; adicional se empleó unas Plumitas de indicación o Spher Scientific para determinar pH y conductividad por electrometría y temperatura por termometría.

Para el análisis bacteriológico se empleó el método del Número más probable (NMP) para la determinación de Coliformes totales (Método de referencia: Standard Methods, Ed. 22, 2012 9223 A, B). Este procedimiento se inició agitando las muestras analizar, en la prueba presuntiva se realizaron las diluciones de la muestra colándose volúmenes determinados en una serie de tubos de ensayo que contienen agua de peptona y caldo lauril sulfato de sodio. Se incubó a 35° C +/- 1° C durante 24 – 48 horas (Merck México, S.A., 2012).

Para la identificación de *Pseudomonas a.* sembramos la muestra por estriado en una placa de Agar Cetrimide, incubamos a 35° C +/- 2° C durante 24 – 48 horas (Becton Dickinson GmbH, 2013). Las muestras de hisopado de las superficies de los juegos acuáticos las sembramos por estriado en Agar MacConkey, Agar Cetrimide y Agar Nutritivo. Incubamos a 35° C +/- 2° C durante 24 – 48 horas.

En cuanto a las consideraciones éticas, se solicitó el consentimiento de las autoridades del Complejo Mosquetero de Guayaquil, para la toma de las muestras y la realización del estudio correspondiente, los cuales aceptaron y prestaron toda su colaboración para el desarrollo del estudio. Así mismo se cumplieron las normas de bioéticas para el desarrollo de la investigación, garantizando la seguridad y anonimato de los atletas que hacen vida en estas instalaciones, quienes están compuestos por un grupo de edades que oscilan desde los 10 años hasta los 30 años.

## Resultados

El análisis de los resultados, se procedió a realizar un estudio estadístico de los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados a las muestras tomadas tanto al agua de las piscinas, como en el hisopados practicado a la tubería que ingresan agua a las piscinas, con los resultados estadísticos se tomó el valor central y la desviación que este presenta en cada uno de los casos, realizando luego el análisis de los mismos enfrentados a los valores patrones que indican la norma.

La tabla 1, muestra los resultados obtenidos a los estudios fisicoquímicos realizados al agua de las piscinas del Complejo Mosquetero de Guayaquil en el periodo comprendido de agosto – octubre del 2019, entre los valores obtenidos se tienen los siguientes:

**Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos del agua de las piscinas**

Parámetro	Valores permitidos	Muestras	Media	Desviación estándar
Color (UPT-Co)	NEM 15 UPT-Co España 20 UPT-Co	32	28,50	10,75
Turbiedad (UNT)	≤ 5 UNT	32	11,88	6,37
Conductividad (µS/cm)	Hasta 2400 µS/cm	32	383,00	15,68
pH	7.2 – 8.0	32	7,08	0,36
Cloro libre residual (mg/L)	INEM 0,3 – 1,5 mg/L España 0,5 – 2,0 mg/L	32	1,54	1,02
Cloro combinado residual (mg/L)	≤ 0,6 mg/L	32	1,91	1,41
Temperatura (°C)	24 - 30 ° C	32	28,25	1,16

En cuanto al color de las aguas de las piscinas, las 32 muestras arrojaron un valor medio de 28,5 UPT-Co parámetro que indica que la calidad del color del agua no se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana ya que la misma debería de ser cuando máximo 15 UPT-Co y si lo referimos al valor español este no podría exceder de 20 UPT-Co, indicando este valor que no cumple con los estándares exigidos por la ley.

Con respecto a la turbiedad del agua de las piscinas estudiadas, se obtuvo un valor de 11,88 UNT, siendo este muy superior al máximo permitido de 5 UNT, lo cual indica que el agua de las piscinas es turbia e incumplen la normativa establecida en este parámetro.

La conductividad del agua de la piscina de la ciudad de Guayaquil, se encuentran en 383,00 µS/cm valor este muy inferior al permitido de 2400 µS/cm, lo cual establece que la conductividad del agua de las piscinas es óptima y de buena calidad. Mientras que el pH se encuentra con un valor de 7,08 el cual es levemente inferior al mínimo establecido por la norma de calidad ambiental que es de 7,2, indicando este parámetro que la calidad del agua de las piscinas estudiadas no es óptima, pero se encuentra cercana a la misma tomando los correctivos necesarios para el logro de tal fin.

Con respecto al Cloro libre residual, se obtuvo que el agua de las piscinas de Guayaquil presenta una concentración de 1,54 mg/l, valor que excede ligeramente al establecido por las normas nacionales al indicar esta un valor máximo de 1,5 mg/l, a su vez es inferior al máximo de la norma internacional de referencia que es la española la cual indica que el máximo permitido es de 2,0 mg/l. con lo cual se puede afirmar que la calidad del agua de las piscinas de Guayaquil se encuentran ligeramente dentro de la calidad ambiental exigida por las autoridades.

Mientras que, en cuanto al Cloro combinado residual, se obtuvo un valor de 1,91 mg/l siendo este muy superior al máximo permitido que es de 0,6 mg/l, indicando este parámetro que el agua de las piscinas de Guayaquil no cuenta con una calidad óptima.

Con respecto a la temperatura del agua de las piscinas de Guayaquil, se detectó un valor de 28,6 °C, lo cual indica que la temperatura del agua de las piscinas se encuentra dentro del rango permitido para la mismas ya que este se encuentra determinado entre los 24°C hasta los 30°C, por lo cual la temperatura del agua de las piscinas de Guayaquil es óptima.

En la tabla 2, se indican los resultados obtenidos en las muestras tomadas al agua de las piscinas de Guayaquil para el estudio de los parámetros bacteriológicos dispersos en sus aguas y establecer si cumplen los parámetros de calidad ambiental exigido por las normas respectivas.

**Tabla 2. Parámetros bacteriológicos del agua de las piscinas**

Parámetro	Valores permitidos NMP / 100ml	Muestras	Media	Desviación estándar
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	32	0,75	0,25
<i>Coliformes Totales</i>	0	32	42,8	13,43

La bacteria *Pseudomonas a.*, se determinó en las 32 muestras estudiadas, que el agua de las piscinas de Guayaquil presenta una concentración de esta bacteria de 0,75 NMP / 100ml, valor este que se encuentra muy superior al de 0 NMP / 100ml, lo cual indica una ligera contaminación del agua de las piscinas estudiadas, lo cual indica que dicha agua no es calidad.

Con respecto a la presencia de *Coliformes Totales*, el análisis de las 32 muestras recolectadas en las aguas de las piscinas de Guayaquil, estableció la presencia de esta bacteria con una concentración de 42,8 NMP / 100ml, valor este que supera con un valor excesivo a los 0 NMP / 100ml que permite la norma respectiva, indicando una grave contaminación de las aguas de las piscinas con esta bacteria.

Se puede observar en la tabla 3, la presencia de microorganismos en diferentes partes del sistema de acueducto y elementos constitutivos del sistema de piscinas de Guayaquil.

En el interior de las tuberías, más específicamente en los castillos se detectó la presencia del *Bacillus* sp, lo cual indica que este elemento no se encuentra cumpliendo las normas de calidad del agua para piscinas por encontrarse microorganismos en su interior.

Así mismo, en la superficie de techo (Castillo) también se detectó la presencia del *Bacillus* sp, por lo cual este elemento del sistema de alimentación de las piscinas de Guayaquil no se encuentra cumpliendo las normas ambientales.

**Tabla 3. Presencia de microorganismos en sitios de muestreo (Método: Hisopado de superficie)**

Microorganismo	Sitio de muestreo
<i>Bacillus</i> sp	Interior de tubería (Castillo)
<i>Bacillus</i> sp	Superficie de techo (Castillo)
<i>Klepsiella</i> sp	Interior de tubería (Chorros de agua)
<i>Bacillus</i> sp	Exterior de tubería (Tanque)
<i>Branhamella</i> sp.	Interior de tubería (Piso)
<i>Staphylococcus</i> sp	Uniones (Castillo)

Igualmente, en el interior de tubería, más específicamente en los chorros de agua se determinó la presencia del *Klepsiella* sp, lo cual indica que el agua que ingresa a las piscinas ya viene con niveles de contaminación por tener un tratamiento no adecuado.

Mientras que en el exterior de la tubería en el tanque se detectó la presencia del *Bacillus* sp, indicando que no se cumplen los lineamientos establecidos en las normas para el almacenamiento del agua que ingresara a las piscinas de Guayaquil.

En cuanto al interior de tubería, es decir en el piso, se observó la presencia del *Branhamella* sp, lo cual indica que la tubería se encuentra contaminada y es un foco de contaminación para las piscinas de Guayaquil.

Mientras que en las uniones (Castillo), se determinó la presencia del *Branhamella* sp, lo cual indica que el mismo se encuentra contaminado y es un foco de contaminación para las personas que harán uso de las piscinas de Guayaquil.

En la tabla 4, se muestran las afecciones a las cuales están expuestos las personas y deportistas que practican los deportes acuáticos, por su larga permanencia en las piscinas para poder practicar su deporte favorito como lo es la natación, el polo acuático, los clavados, el nado sincronizado entre otros.

**Tabla 4. Enfermedades producidas por el agua de la piscina en nadadores**

Enfermedad	Agente causante
Diarrea	<i>Cryptosporidium</i> , <i>Norovirus</i> , <i>Giardia lamblia</i> , <i>Escherichia coli</i> 0157:H7 y <i>Shigella</i>
Otitis externa	agua en el canal del oído durante largos periodos
Dermatitis	<i>Pseudomonas aeruginosas</i>
Prurito ocular.	Cloraminas en el agua y aire
Asma	Cloramina

La diarrea, es la infección más frecuente adquirida por el uso de agua de piscinas, los gérmenes que pueden contaminar el agua de la piscina son sobre todo *Cryptosporidium*, tolerante al cloro, puede vivir en las piscinas durante días y es la causa principal de diarrea en brotes en piscinas, ha aumentado su prevalencia un 200% en los últimos 4 años, *Norovirus*, *Giardia Lamblia*, *Escherichia coli* 0157:H7 y *Shigella*, causantes de una cuarta parte de los brotes diarreicos adquiridos en piscinas (Olmo Plaza, 2011). Los efectos de las diarreas son producidos no solo por bacterias, sino que también puede ser derivados por los virus como norovirus y parasitarias debido al *Giardia Lamblia*.

La otitis, puede causarse al dejar agua contaminada en el oído después de nadar. Se trata de una otitis externa, distinta a la que suelen contraer los niños como consecuencia de un resfrío o infección respiratoria, que es una infección del oído medio. La otitis de la pileta provoca picazón adentro del oído, enrojecimiento e inflamación, dolor cuando se tira de la oreja infectada o se ejerce presión, secreción de pus (OSPAT, 2020)

La dermatitis, se produce si una persona está por un largo rato en contacto con agua contaminada, es probable que contraiga foliculitis o dermatitis. Se trata de una erupción provocada por el *Pseudomonas aeruginosa* (OSPAT, 2020)

Prurito ocular, irritación nasal y/o dificultad para respirar estas elecciones ocurren en piscinas cubiertas y está provocado por el uso de irritantes como cloraminas en el agua y aire (Olmo Plaza, 2011)

El asma, es una enfermedad crónica que consiste en la inflamación de las vías aéreas. Provoca tos, dolores de pecho y problemas para respirar (Saillema Torres *et al.*, 2017).

## Discusión

El nivel de concentración del pH determinado en el estudio fue de 7,08, el cual es un valor inferior al establecido en la norma en este sentido Martínez & Albarado, (2013) indican que en su estudio obtuvieron niveles insatisfactorios de pH en algunos casos, mientras que la temperatura si cumplió en todas las piscinas determinando que no hay garantía de una desinfección efectiva. El pH tiene una marcada influencia en la cloración de las aguas (Colmenares *et al.*, 2008)

En cuanto a los niveles de cloro combinado residual exceden los límites permisibles de Norma Requisitos 742/2013, Criterios técnico-sanitarios de las piscinas, pero Santa *et al.*, (2009) comentaron en su investigación que los niveles de cloro combinado residual se encuentran dentro de los límites admitidos por el Reglamento de piscinas de la Comunidad autónoma Vasca. Lo cual indica que no es una violación grave a lo establecido a la norma ecuatoriana. Mientras que Díaz *et al.*, (2011) reportaron en su estudio valores de 0,825 mg/L de cloro residual libre, cumpliendo con la normativa mexicana que establece valores de cloro residual entre 0,2 y 1,5 mg/L.

Por otro lado, Delgado *et al.* (1992) en su trabajo realizado en Santa Cruz de Tenerife España, encontró valores de cloro residual entre 0,5 y 2,5 mg/L. Con respecto a la presencia de *Coliformes Totales*. Martínez & Albarado, (2013) reportaron valores de *Coliformes t.* entre 3 x 10<sup>2</sup>/mL y 6 x 10<sup>2</sup>/mL contrario a lo establecido en la Normativa venezolana para piscinas (200 bacterias/ mL); Delgado *et al.*, (1992) obtuvo valores de 1,20 x 10<sup>2</sup> y 2,27 x 10<sup>2</sup> de *Coliformes t.* y no aisló la especie *Pseudomonas a.* en ninguna muestra analizada.

Comparando estos resultados con otras investigaciones, se puede mencionar la realizada por Rigas *et al.*, (1998) quienes reportaron valores entre 0 y 6 NMP/100 mL, incumpliendo con lo establecido por las normas por las cuales se rigieron. un estudio realizado por Al-Khatib y Salah (2013), en las piscinas en la Ribera occidental de Palestina, arrojaron resultados de *Coliformes t.* entre 1 y 10 NMP/100 mL, que según las normas palestinas y de la OMS eran inaceptables.

Los sitios de muestreo más propensos a la presencia de microorganismos en las piscinas estudiadas son exterior de tubería (tanque) e interior de tobogán, en los cuales se detectan microorganismos en tres de los parques acuáticos, lo que representa el 15,8 % de los sitios detectados; seguidos de interior de tubería (chorro de agua), interior del tanque y superficie de techo (castillo), en los cuales se detectan microorganismos en dos de los parques, lo que representa el 10,5 % de los sitios detectados La detección de las bacterias *Bacillus sp*, *Klepsiella sp*, *Branhamella sp* y *Staphylococcus sp*

en las tuberías que surte de agua a las piscinas del Complejo Mosquetero de Guayaquil, coincide con el trabajo expuesto por Martínez y Albarado, (2013) en el análisis bacteriológico identificaron las siguientes bacterias *Gram negativas*: *K pneumoniae*, *Ps. aeruginosa*, *E. coli*, *Pr. mirabilis*, y *En. aerogenes*. Colmenares *et al.*, (2008) identificaron los microorganismos *Ps. aeruginosa* en un estudio realizado a piscinas del estado de Carabobo y aisló *E. coli* e indicó que este microorganismo es el agente causante de diversas enfermedades infecciosas.

Los principales parámetros a monitorear para mantener las condiciones sanitarias en una piscina son los siguientes: cloro residual libre, pH, temperatura e indicadores bacteriológicos bajo los rangos establecidos en la normativa vigente (colmenares *et al.*, 2008) En cuanto a las enfermedades producidas por el agua de las piscinas The Royal Society for the Prevention of Accidents (2013) indica que son varias las enfermedades transmisibles (criptosporidiosis, giardiasis, legionelosis y gastroenteritis bacteriana y vírica) que se relacionan por lo general con la práctica de los deportes acuáticos. Según varios estudios prácticos efectuados en diferentes países, la tasa de enfermedades diarreicas entre nadadores varía entre el 3 y el 8% (Fournet *et al.*, 2013).

Los parásitos intestinales, se presentan cuando una persona traga los huevos de los parásitos que están en superficies contaminadas o en los dedos, a pesar de que los niveles de cloro que se encuentran en las piscinas no son lo suficientemente altos como para matarlos, la presencia de una pequeña cantidad en decenas de litros de agua hace que la posibilidad de infestación sea poco probable (OSPAT, 2020). Es por ello que la gran cantidad de tiempo que permanecen los atletas de los deportes acuáticos en las piscinas hace posible la ingesta de agua de las mismas contaminándose con las bacterias que se encuentran presente en las mismas. Los deportistas que utilizan estas instalaciones actúan como vehículo de los agentes contaminantes al introducir en el agua microorganismos a través de su piel, mucosas y sistema genitourinario; aunque esta flora no sea patógena, puede infectar a personas que tengan las defensas disminuidas (Carrasquero Ferrer *et al.*, 2016)

Una de las principales fuentes de contagio en las piscinas lo constituye la ingestión accidental de agua, que es la principal vía de transmisión de microorganismos patógenos causantes de enfermedades gastrointestinales (Dufour *et al.*, 2006). Las cantidades ingeridas son variables, tal como lo expresan Reiss *et al.* (2006), quienes estipulan un consumo por hora de aproximadamente 21 mL en adultos y de 49 mL en niños, sin desestimar otros medios contaminantes como la absorción dérmica o la inhalación, este último con riesgos de absorción de aerosoles residuales de los productos químicos utilizados en la desinfección y generados por los movimientos del agua y sus consecuencias directas en la salud (Blando & Cohn 2004)

## Conclusiones

En cuanto a los Parámetros fisicoquímicos del agua de las piscinas, se determinó que la mayoría de los elementos que la integran se encuentran dentro de los valores establecidos por las normas pertinentes, exceptuando el pH que presenta un valor inferior pero que no se encuentra alejado de los valores establecidos y no es referente para indicar la baja calidad del agua de las piscinas de Guayaquil. El aspecto turbio del agua se debe a otros factores vinculados a los usuarios de la misma y no a la calidad propia del agua. Con respecto a los parámetros bacteriológicos del agua de las piscinas, se encontraron muestras de *Pseudomonas aeruginosa* y *Coliformes totales* en pequeñas proporciones en el agua de las piscinas de Guayaquil, esta situación es el resultado de un sistema de filtrado del agua de las piscinas deficiente, motivado a que los usuarios generalmente ingresan al agua de las piscinas restos de heces fecales de manera indirecta, así como orina generalmente producidas por los niños que hacen uso de las instalaciones, estas deficiencias pueden ser corregidas por un sistema de filtrado de agua eficiente y la dosificación correcta de los diferentes químicos que se le añaden a estas aguas.

La presencia de microorganismos en el equipamiento de las instalaciones de las piscinas, es producto de una ausencia de mantenimiento efectivo que se le debe realizar a dichos equipos para la eliminación de los residuos bacteriológicos que se presenten en los mismos. Es por ello que de acuerdo a los valores obtenidos en el estudio fisicoquímico en el cual el color del agua de la piscina se encuentra superior a lo establecido por la norma, aunado al que el estado del agua es turbia, el pH está por debajo del nivel mínimo, así como la presencia de niveles elevado de cloro residual hace concluir que el tratamiento que se le está dando al sistema de piscina deportivas de Guayaquil no es el adecuado lo cual indica que el agua de la piscina no es óptima para la práctica de los deportes acuáticos. Por lo cual se les recomienda a los entes encargados de este complejo de piscinas deportiva la revisión del esquema de mantenimiento de la calidad del agua para el correcto empleo de las mismas en los deportes acuáticos que en ella se desarrollan y no poner en riesgos la salud de los deportistas que hacen vida en las mismas.

Es importante mantener la calidad del agua de las piscinas, por cuanto se ha demostrado que los atletas de los deportes acuáticos ingieren de manera involuntaria grandes cantidades de agua de las piscinas mientras realizan sus largas jornadas de prácticas diarias, trayendo como consecuencia trastornos digestivos, la adquisición de bacterias estomacales que pudiesen estar presente en este cuerpo acuoso, por lo cual el mantener una calidad del agua de la piscina es esencial y de vital importancia para los deportistas que hacen vida en estas instalaciones.

## Conflicto de intereses

Los autores manifestaron que durante la investigación no se presentaron conflictos de intereses.

## Agradecimiento

A todas las instituciones que contribuyeron para la realización de esta investigación.

## Referencias

- Al-Khatib I. & Salah S. (2003). Bacteriological and chemical quality of swimming pools water in developing countries: a case study in the West Bank of Palestine. *Int J Environ Health Res.* 13: 17-22.
- Barrios, V. (2013) Memorias. Taller-Seminario Internacional sobre Biología Molecular Aplicada.
- Becton Dickinson GmbH. (2013). *Instrucciones de uso - Medios en placas listos para usar.* Disponible en: <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8794> (Acceso agosto 2020).
- Blando, J. D. & P. Cohn. (2004). Exposure and health risk from swimming in outdoor pools contaminated by Trichloroethylene. *Human and Ecological Risk Assessment* 10: 717-731.
- Calvo P. & Zúñiga D. (2010). Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizosfera de papa (*Solanum tuberosum*). *Ecología Aplicada.* 9 (1):31-39.
- Carrasquero Ferrer S.J., Muñoz Colina C.E., Tuvíñez Morales P.C., Vargas Torres R.D., Vargas Castellano C.J. & Marín Leal J.C. (2016). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscinas de dos complejos recreacionales del Estado Zulia. *Bol Mal Salud Amb* 56(2) 1-8. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482016000200010#:~:text=Los%20par%20C3%A1metros%20que%20se%20midieron,coliformes%20fecales%20y%20organismos%20heter%C3%B3trofos](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482016000200010#:~:text=Los%20par%20C3%A1metros%20que%20se%20midieron,coliformes%20fecales%20y%20organismos%20heter%C3%B3trofos) (consultado: septiembre 2020).
- Clark N. (1998). *Disinfection of drinking water, swimming-pool-water and sewage effluent.* 2da. edition. Ley Febiger. Philadelphia. U.S.A
- Colmenares, M., Correia, A., & De Sousa, C. (2008). Evaluación de la Calidad fisicoquímica y bacteriológica en piscinas de Carabobo, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48 (1), 73 – 82.
- Coutiño M., Rodríguez, E., Pérez, R., De Igartua E. & López F. (2008). Bacterias transmitidas por aguas y alimentos que producen enfermedades. *Ciencia y hombre.* 21: 31-36.
- Delgado, M., Hernández, A., Hormigo, F., De la Torre, H., & Álvarez, R. (1992). Análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de piscinas de la Isla Tenerife. *Revista de Sanidad e Higiene Pública.* 66 (1), 281 – 289.
- Díaz B., Vicente M. & Garridos S. (2011). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica.* 21: 50-61.
- Drobnic, F. (2009). Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión. *Apunts Med. Esport.* 161, 42-47.
- Dufour, A. P., O. Evans, T. D. Behymer & R. Cantú. (2006). Water Ingestion During Swimming Activities in a Pool: A Pilot Study. *Journal of Water and Health* 4 (4): 425-430.
- FAO (2020). Agua. Documento en línea: <http://www.fao.org/water/es/> (consultado: 2020, agosto 25).
- Fournet N., Degee M.P., Urbanus A.T., Nichols G., Rosner B.M., Chalmers R.M., *et al.* (2013) Simultaneous increase of *Cryptosporidium* infections in the Netherlands, the United Kingdom and Germany in late summer season 2012. *Euro Surveill* 18.
- González, M. I., García, M., & Mariné, M. D. (2013). Importancia sanitaria de *Pseudomonas aeruginosa* en agua de hemodiálisis y su desinfección. Instituto Nacional de Higiene Epidemiología Microbiología. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol40\\_2\\_14/spu05214.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol40_2_14/spu05214.htm) (Acceso octubre 2020).
- Hernández A. (s/f) Prevención de infecciones en la piscina. Disponible en: <http://www.inatacion.com/articulos/salud/infecciones.html> (Acceso septiembre 2020).

- Hill M. (2014). Calidad y tratamiento del agua. En M. Hill, Manual de suministros de agua comunitaria.. Madrid: American Water Works Association.
- INEN. (2000). NTE INEN 2226: Agua. Calidad del agua. Muestreo. Diseño de los programas de muestreo. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2011). NTE INEN 1108: Agua potable. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Martínez, R., & Albarado, L. (2013). Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. 53(1): 37-45.
- Medlineplus. (2019). Cuidados personales en casa - infecciones por estafilococos. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000686.htm> (Acceso septiembre 2020).
- Mejía R. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Turrialba, Costa Rica. Programa de Educación para el desarrollo y la conservación. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf> (Acceso octubre 2020).
- Merck México S.A. (2012). Norma Mexicana NMX-AA-42-1987. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.
- Ministerio de Protección Social. (2010). Decreto 2171 de 2010. Medellin, Colombia: Publicaciones Constitucionales.
- MSAS. (1992). Normas para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de piscinas públicas. Gaceta Oficial N° 4.044 Departamento de Ingeniería. Caracas, Venezuela.
- Nickmilder, M. & Bernard, A. (2007). Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup. Environ. Med.* 64(1), 37-46.
- Nystad, W., Nja, F., Magnus, P. & Nafstad, P. (2003). Baby swimming increases the risk of recurrent respiratory tract infections and otitis media. *Acta Paediatr.* 92(8):905-909.
- Olmo Plaza M.M. (2011). Enfermedades más comunes relacionadas con las piscinas. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Piscinas/Articulos/55688-Enfermedades-mas-comunes-relacionadas-con-las-piscinas.html> (Acceso septiembre 2020).
- Ortega Holguín M.E. & Tinoco Mejía Y.A. (2017). Estudio de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en parques acuáticos. Trabajo grado presentado ante la Universidad de Guayaquil para optar al grado de químico y farmacéutico. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19451/1/BCIEQ-T-0188%20Ortega%20Holgu%C3%ADn%20Marjorie%20Eliana%3B%20Tinoco%20%20Mej%C3%ADa%20Yahveh%20Amado.pdf> (acceso octubre 2020).
- Ortiz, H. (2013). Investigación de *Staphylococcus aureus* y *Coliformes* en los teclados de los computadoras del centro de documentación regional Juan Baustista Vásquez. Universidad de Cuenca. Disponible en : <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4714/1/TESIS.pdf> (Acceso septiembre 2020).
- OSPAT. (2020). Agua de piletas: precauciones para evitar gérmenes y bacterias. Disponible en: <https://www.ospat.com.ar/blog/agua-pileta-precauciones-germenes-bacterias/> (Acceso octubre 2020).
- Pinzon, E. (2010). Remoción de color de origen textil por medio de electrocoagulación. Guatemala: Vida.
- Prats G. (2005). Diagnóstico de enfermedades infecciosas. *Microbiología Clínica*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana. 33-68.
- Primus Labs. (2011). *Primus Laboratorios de México, S.A.* Disponible en: [http://www.primuslabs.com/spanish/services/guia\\_de\\_muestreo\\_para\\_superficies.pdf](http://www.primuslabs.com/spanish/services/guia_de_muestreo_para_superficies.pdf) (Acceso septiembre 2020).

- Pulido, A. (2014). Nociones de hidrogeología para ambientólogos. Almería, España: Universidad de Almería.
- Ramieke P., Bhaflacharjee S & Kalba N. (1999). Evaluation of coliformes as indicators of water quality in India. *J. Appl. Bacteriol.* 72: 356- 359.
- Reiss R., Schoenig G. & Wright G. (2006). Development of factors for estimating swimmer's exposures to chemical in swimming pools. *Hum. Ecol. Risk. Assess.* 12: 139-156.
- Revillas E. (2019). Así es la 'Klebsiella', una superbacteria que resiste a muchos antibióticos y se contagia en los hospitales. Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/3397474/0/que-es-bacteria-klebsiella-bebes-pneumoniae/?autoref=true> . (Acceso septiembre 2020).
- Rigas F., Mavridou A. & Zacharopoulos A. (1998). Water quality of swimming pools in Athens area. *Int J Environ Health Res.* 8: 253-260.
- Rodríguez A. (1999). Los nadadores de alto nivel pasan media vida entrenando dentro y fuera del agua. Este volumen de entrenamiento y los vicios que adquieren en su técnica les hacen especialmente vulnerables a sufrir diversas lesiones natación lesiones y enfermedades más comunes que afectan a los nadadores. Disponible en: <https://www.elmundo.es/salud/1999/343/02626.html> (Acceso septiembre 2020).
- Rodríguez Acosta C. & Martínez Pérez J.L. (2002) Implicación clínica del aislamiento de *Branhamella catarrhalis* en muestras respiratorias. *Rev cubana med* 41(5) Ciudad de la Habana. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75232002000500004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232002000500004) (Acceso octubre 2020).
- Romero J. (2011). Tratamiento de aguas Residuales. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sailema Torres A.A., Sailema Torres M., Garcés Mosquera J.E., Mallqui Quisintuña V.A., Pérez Constante M.B. & Vaca García M.R. (2017). Efectos negativos de los deportes acuáticos en el asma. Ciudad de la Habana. *Rev Cubana Invest Bioméd* 36(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002017000200020](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002017000200020) (Acceso septiembre 2020)..
- Santa, L., Ibarluzea, J., Basterrechea, M., Goñi, F., Ulibarrenera, E., Artieda, J. *et al.* (2009). Contaminación del aire interior y del agua de baño en piscinas cubiertas de Guipúzcoa. *CIBER Epidemiología y Salud Pública, España* , 23 (2): 115 - 120. doi: 10.1016/j.gaceta.2008.02.002.
- The Royal Society for the Prevention of Accidents. (2013). Home and leisure accident statistics. Birmingham: RoSPA. Disponible en: <http://www.rospa.com/homesafety/resources/statistics/hass-lass.aspx> (Acceso septiembre 2020).
- Villegas, V. (2013). Análisis físico-químico y microbiológico de aguas envasadas en funda consumidas masivamente en el Cantón Shushufindi, Provincia Sucumbíos variando las condiciones de almacenamiento. Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1893/1/T-UCE-0008-25.pdf> (Acceso octubre 2020).