

Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela

Bacteriological quality of water of public and private pools of the city of Cumaná, Sucre state, Venezuela

Rosa Martínez A.¹ & Luzmila Albarado Y.¹

RESUMEN

Para evaluar la calidad bacteriológica de aguas de piscinas en la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela, se recolectaron muestras de agua en 1 piscina pública y 4 privadas, codificadas de la A a la E; se tomaron 2 muestras semanales durante 2 meses, antes y después de la limpieza. Se determinó pH, temperatura y cloro residual; los aerobios mesófilos por contaje en placas, el Número Más Probable (NMP) para coliformes totales (CT) y fecales (CF) e identificación bacteriana por métodos convencionales. El pH osciló entre 6,8 y 7,3, la temperatura de 29 a 31°C y el cloro residual de 0,3 a 0,5 mg/L. El contaje más elevado de bacterias mesófilas se obtuvo en B con 6×10^2 UFC/mL, y el más bajo en C con 3×10^2 UFC/mL. En relación al NMP, antes de la limpieza, el valor más alto se obtuvo en D con $2,8 \times 10^3$ CT/100 ml; E mostró el valor más alto de CF /100 ml. Después de la limpieza B mostró el valor más alto de CT ubicándose en $9,3 \times 10^2$ y los valores más alto de CF para D y E en 3×10^2 . Los valores de CF antes y después de la limpieza superan lo establecido por la normativa Venezolana (0 NMP/100mL). Estadísticamente, no se evidenciaron diferencias significativas entre las piscinas para CT y CF antes y después de la limpieza. Las bacterias Gramnegativas predominaron, en E (84,21%) y B (71,92%), *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. A presentó mayor número de aislados Grampositivos (44,44%), identificándose *Staphylococcus epidermidis* y *Enterococcus faecalis*. Estos resultados indican una constante contaminación bacteriana y riesgo sanitario.

Palabras clave: indicadores microbiológicos, piscinas, bacteriología de aguas, Número más probable.

INTRDUCCIÓN

El agua puede transportar bacterias patógenas, algunas son oportunistas o miembros de la flora normal del cuerpo humano, otras provenientes del medio ambiente de vida libre o

SUMMARY

To evaluate the bacteriological quality of water pools in the city of Cumaná, Sucre state, Venezuela, water samples were collected in 1 public and 4 private pools, coded A to E, respectively, 2 samples were taken weekly for 2 months before and after a pool cleaning process. We determined pH, temperature and residual chlorine, aerobic mesophilic for total plate count, the Most Probable Number (MPN) for total coliforms (TC) and fecal (FC) and bacterial identification by conventional methods. The pH in the samples ranged between 6.8 and 7.3, temperature of 29 to 31°C and chlorine residual of 0.3 to 0.5 mg/L. The highest count of aerobic mesophilic bacteria was obtained in B with 6×10^2 CFU/mL. In relation to the MPN, before cleaning, the CT highest value was obtained in D with 2.8×10^3 and CT/100mL, E showed the highest CF value with 6×10^2 CF/100mL. After cleaning, the results for B indicated the CT highest values, 9.3×10^2 CT/100mL, and in D and E the results had the CF highest values, 3×10^2 CF/100 mL. CF values in the samples before and after cleaning exceed the standards established by Venezuela (0 NMP/100mL). Statistically, no significant differences were found between pools for CT and CF before and after cleaning. Gram-negative bacteria predominated, being more frequent in E (84.21%) and B (71.92%), mainly, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. Sample A had more isolated Gram-positive (44.44%), identified as *Staphylococcus epidermidis* and *Enterococcus faecalis*. These results indicate a constant bacterial contamination and health risk.

Key words: microbiological indicators, pools, water bacteriology, Most Probable Number, MPN.

parasitaria, constituyendo un peligro sanitario (OPS, 2001). Desde el punto de vista de la salud pública, el análisis bacteriológico de aguas de piscinas es de gran importancia, ya que conduce a la enumeración, aislamiento e identificación de microorganismos indicadores de contaminación fecal, que pueden

¹ Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Bioanálisis. Rosa Martínez Alcalá. Dirección: Urb. Los Ángeles; # 89. Prolongación Cancamure. Cumaná, Edo. Sucre. Venezuela.

*Autor de correspondencia: rosamm@cantv.net

provocar enfermedades como otitis, gastroenteritis, amibiasis, infecciones genitourinarias, conjuntivitis, entre otras. La variedad de microorganismos que pueden ser transmitidos a los humanos a través del uso de aguas recreacionales como *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *vibrio*, *Aeromonas*, *Enterovirus* y protozoarios, etc. (Prats, 2005). La población que utiliza estas instalaciones actúa como vehículo de agentes contaminantes, por introducir en el agua gérmenes a través de su piel, mucosas y sistema genito-urinario; aunque esta flora no sea patógena habitualmente, puede infectar a personas que tengan las defensas disminuidas. Esta situación acelera el proceso de degradación del índice de calidad del agua (ICA) de las piscinas, representando un riesgo sanitario para sus usuarios. Indudablemente estos agentes externos y el mantenimiento periódico de las piscinas son los aspectos más importantes a controlar dentro de la vigilancia epidemiológica en estas instalaciones (Luna & Melo, 1998; Colmenares *et al.*, 2008).

Las bacterias patógenas en el agua pueden controlarse eficazmente mediante la cloración; el tratamiento de aguas de uso recreacional, requiere una interpretación rigurosa de estudios de laboratorio, dirigidos por expertos para una desinfección confiable y eficaz de acuerdo con la Organización Panamericana de la salud (OPS) todos los países de América y del Caribe deben incorporar el concepto de barreras de protección para combatir la transmisión de microorganismos patógenos durante los procesos de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua para suministro (OPS, 2000). Las piscinas constituyen establecimientos públicos y privados, que deben ser monitoreados y evaluados por entes gubernamentales para preservar la salud pública, ya que todos los elementos que se conjugan suponen un riesgo potencial para el bienestar de la comunidad, aumentado cada día más por el uso masivo de estas instalaciones. En el estado Sucre, en Cumaná existen varias piscinas, que son destinadas para uso recreativo y una para uso deportivo, las cuales pertenecen a la administración pública. Si se tiene en cuenta que las piscinas de Cumaná, estado Sucre están sometidas a una demanda creciente del uso por parte de la población, no solo para esparcimiento sino para el deporte, se justifica plenamente la necesidad de establecer las condiciones sanitarias de las mismas, que permitirían controlar los riegos que afectan la salud de los usuarios en el estado.

En este trabajo se planteó como objetivo evaluar la calidad bacteriológica de aguas de piscinas, públicas y privadas de la Ciudad de Cumaná, estado Sucre.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Se analizaron muestras de aguas provenientes de 5 piscinas, 1 pública (de administración pública y destinada al deporte) y 4 de administración privadas (que pertenecen a 2 hoteles y 2 clubes; cuyo uso es con fines recreativos), ubicadas en la ciudad de Cumaná, estado Sucre. La evaluación se realizó en piscinas con sistemas de recirculación para renovar el agua; y tratadas con hipoclorito, se tomó una primera muestra, luego del cierre de la piscina y después de la limpieza y otra entre la 1:00 pm y 3:00 pm (antes de la limpieza), que es el momento de mayor afluencia de bañistas cumpliendo con la recomendación de la OMS (2004).

Las piscinas fueron identificadas con letras, denominando A la perteneciente a la administración pública y de la B a la E las de administración privada. Se tomaron 2 muestras semanales, una antes y otra después de la limpieza, durante 8 semanas (de febrero a abril de 2010). En envases estériles, se recolectaron 100 mL de agua por el método de inmersión, en la microcapa superficial y a una profundidad de 50cm. Se realizaron mediciones en muestras instantáneas de pH con un pH metro de campo marca Hanna Instrument, la temperatura, utilizando un termómetro digital de campo y el cloro residual mediante el método colorimétrico utilizando DPD dietil-parafenilen-diamina. (COVENIN, 1994). Para inactivar el cloro, a cada muestra se le agregó 0,07 mL de tiosulfato de sodio al 10%, se taparon herméticamente y se rotularon; luego, fueron transportadas en cavas refrigeradas al Laboratorio de Microbiología General del Departamento de Bioanálisis de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre donde se procedió al análisis bacteriológico respectivo, en un período no mayor de seis horas.

Análisis de las muestras

A cada una de las muestras de aguas de piscinas, se les realizaron diluciones seriadas en tubos con agua peptonada estéril, desde 10^{-1} hasta 10^{-4} .

Contaje de aerobios mesófilos totales

Se sembró un mL de a cada dilución por inclusión en placas de agar nutritivo, se hizo el contaje de las unidades formadoras de colonias y se expresó en UFC/mL. Se tomaron las placas con más de treinta (30) y menos de trescientas (300) UFC/mL (Forbes *et al.*, 2004)

Colimetría

La cuantificación de CT y CF, se determinó mediante el número más probable (NMP) a través de la técnica de fermentación de tubos múltiples. Para determinar presuntivamente CT, se inoculó 1 mL de la dilución realizada previamente, en tubos con caldo lactosado (Merck), se incubaron a 37°C de 24 a 48 horas, en atmósfera de aerobiosis; la formación de gas y un viraje de del indicador, indicó la positividad de la muestra. Se realizó una prueba confirmatoria, inoculando por duplicado a partir de cada tubo positivo, tubos con caldo bilis verde brillante (Merck). Una serie de estos tubos fueron incubados a 37°C y otros a 44°C en baño de María por 48 horas. La formación de gas a 37°C confirmó la presencia de CT y a 44°C de CF. El Número Más probable en 100mL (NMP/100mL), se determinó mediante la tabla propuesta por Mc Cready (APHA, 2002).

Aislamiento e identificación de bacilos Gramnegativos

A partir de los tubos positivos en caldo bilis verde brillante, se sembraron por agotamiento directo placas con agar nutritivo (Merck), agar Mac Conkey (Merck) y agar eosina azul de metileno (Merck), y agar cetrimide (Difco); luego se incubaron a 37°C por 24 horas. Se observaron las características macroscópicas de las colonias y se realizaron extendidos, que se colorearon mediante el método de Gram modificado por Hucker & Conn (1923) para la evaluación microscópica. Las colonias de interés se purificaron e identificaron a través de pruebas bioquímicas convencionales siguiendo los esquemas descritos por Koneman *et al.*, 2008 y Prats, (2005).

Aislamiento e identificación de bacterias Gram positivas

Una vez realizadas las diluciones en agua peptonada estéril, se procedió a la inoculación en agar nutritivo (Merck), agar sangre (Merck) y agar

manitol salado (Merck) y se incubaron por 24 horas a 37°C, en atmósfera de aerobiosis. Posteriormente, se realizó el estudio macroscópico y microscópico a las colonias características, siendo purificadas e identificadas según los esquemas propuestos por Ryan & Ray (2004).

Criterios de evaluación de la calidad de aguas

Se realizó un diagnóstico en las piscinas de acuerdo a los criterios establecidos en la normativa que regula el mantenimiento de las piscinas (Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044 Extraordinaria, 1988).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a través de la prueba de varianza de una vía, con el fin de determinar si existen diferencias estadísticas entre el NMP de bacterias por piscinas, las pruebas se realizaron a un nivel de confiabilidad de 95% (Sokal & Rohlf, 1979).

Consideraciones éticas

Las piscinas muestreadas fueron codificadas con letras; debido a la ética la investigación no se revela los nombres, ni la ubicación de las mismas.

RESULTADOS

Parámetros físico químicos

El pH en todas las piscinas analizadas osciló entre 6,8 y 7,3; la temperatura de 29 a 31 grados centígrados y el cloro residual de 0,3 a 0,5 mg/L (Tabla I).

Contaje de aerobios mesófilos

Las bacterias aerobias mesófilas se ubicaron entre 5×10^3 y 6×10^3 en las muestras analizadas.

NMP de coliformes totales y fecales

El contaje de CT y CF realizado en las muestras de aguas de piscinas antes de la limpieza muestra los valores más bajos en la pública (A); con respecto a la piscina privada. La D presentó el valor de CT más alto, siendo $2,8 \times 10^3$ CT/100mL, seguido

Tabla I. Parámetros fisicoquímicos en aguas de piscinas públicas y privadas, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Piscinas	Parámetros fisicoquímicos		
	pH	Temperatura (°C)	Cloro residual (mg/L)
A	6,8	29	0,5
B	7,0	30	0,5
C	7,2	31	0,3
D	7,3	30	0,4
E	7,0	30	0,5

de las piscinas B, E y C; el valor más bajo se reportó en la piscina A con $9,0 \times 10^2$ CT/100mL (Tabla II). La cuantificación de CF antes de la limpieza, indica que el mayor número se determinó en la piscina E con 6×10^2 CF/100mL, seguido por A y D (Tabla IV). Los CT determinados en las piscinas después de la limpieza (Tabla III), muestran que la mayor

cantidad de bacterias se presentó en la piscina B con $9,3 \times 10^2$ CT/100mL, mientras que las piscinas A, C, mantuvieron valores más bajos. El mayor valor de NMP de CF después de la limpieza, se obtuvo en las piscinas D, E con 3×10^2 CF/100mL, sobrepasando lo señalado en la normativa que regula el mantenimiento de las piscinas (Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044 Extraordinaria, 1988).

Tabla II. Recuento de bacterias aerobias mesófilas en aguas de piscinas públicas y privadas antes de la limpieza y desinfección, Cumaná- estado Sucre

Tipo de piscina	Aerobios Mesófilos UFC/ml
A	4×10^2
B	6×10^2
C	3×10^2
D	5×10^2
E	4×10^2

UFC: Unidades formadoras de colonias

Frecuencia de aislados bacterianos en aguas de piscinas

Las piscinas que muestran mayor frecuencia de aislamientos para cocos Gran positivos antes y después de la limpieza, fueron la A y C, con 44,44% y 41,17%, respectivamente (Tabla IV). La piscina E presentó mayor frecuencia de bacilos Gran negativos, antes y después de la limpieza lo que representa 84,21% en el total de muestras estudiadas, seguida de la piscina A con 55,55% (Tabla IV).

Tabla III. Contaje de coliformes totales y fecales en aguas de piscinas públicas y privadas recolectadas antes y después de la limpieza y desinfección, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Piscinas	Antes		Después	
	NMP CT/100mL	NMP CF/100mL	NMP CT/100mL	NMP CF/100mL
A	$9, \times 10^2$	3×10^2	3×10^2	3×10^1
B	$1,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	3×10^1
C	$1,1 \times 10^3$	10^2	3×10^2	1×10^2
D	$2,8 \times 10^3$	3×10^2	6×10^2	3×10^2
E	$1,2 \times 10^3$	6×10^2	7×10^2	3×10^2

Fs: 1,28 ns; $P > 0,05$; Fs: 0,98 ns; $P > 0,05$.

CT: coliformes totales; CF: coliformes fecales; NMP: número más probable.

Tabla IV. Frecuencia de bacterias Gram positivas y Gram negativas aisladas de aguas de piscinas públicas y privadas antes de la limpieza y desinfección, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Tipo de piscina	Gram negativos		Gram positivos		Total	
	N	Porcentaje (%)	N	Porcentaje (%)	N	Porcentaje (%)
A	20	55,55	16	44,44	36	100
B	41	71,92	16	28,07	57	100
C	20	58,82	14	41,17	34	100
D	28	63,63	16	36,36	44	100
E	32	84,21	6	15,78	38	100

N: número de aislados bacterianos

La Tabla V muestra los resultados de la identificación bacteriana aplicada a los aislados obtenidos de las aguas de piscinas analizadas, señalando que *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus epidermidis* fueron las especies presentes en todas las muestras. Asimismo, señala que las bacterias Gram negativas identificadas fueron *Klebsiella pneumoniae* (presente en todas las muestras de piscinas tanto pública como privadas), *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* y *Enterobacter aerogenes*.

DISCUSIÓN

Los análisis físico químico permiten afirmar que en las piscinas evaluadas existen condiciones inseguras con potencial riesgo a la salud de los usuarios, en vista de los bajos niveles de cloro residual libre (0,3 - 0,5 mg/L), niveles insatisfactorios de pH en algunos casos, no garantizan una desinfección efectiva, lo cual se ve reflejado en los altos contajes de los indicadores bacterianos.

Según los resultados reportados en la Tabla I, las piscinas en estudio, pertenecientes la administración pública o privada, no se encuentran dentro del rango de pH recomendado), pero muy cercano al límite inferior establecido en la normativa venezolana que establece el pH en un rango entre 7,2-8,2 (Gaceta Oficial N° 4044, 1988). La desinfección con cloro tiene lugar a pH óptimo entre 5,5 a 7,5 (AWWA, 2002), no obstante, en la práctica se recomienda valores entre 7,2 -7,6 (Gasteiz, 2003). Por otra parte, la temperatura del agua se recomienda que debe encontrarse aproximadamente 3°C por debajo de la temperatura del aire para garantizar que sea agradable al bañista, lo cual se cumple en todas las piscinas ya que presentan temperaturas inferiores a la temperatura ambiente. Es importante destacar, que existen estudios que demuestran que temperaturas por encima de la ambiental favorece la proliferación de microorganismos (OMS, 2004 y Gasteiz, 2003).

Los resultados del contaje de bacterias aerobias mesófilas, se ubican entre 3×10^2 /mL y

Tabla V. Especies bacterianas aisladas en aguas de piscinas públicas y privadas antes de la limpieza y desinfección, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Piscinas	Bacterias Aisladas						
	Gram negativos				Gram positivos		
	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. mirabilis</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>E. faecalis</i>
A	x	x	x	-	-	x	x
B	x	x	x	-	x	x	x
C	x	x	-	x	-	x	x
D	x	x	x	x	-	x	x
E	x	-	x	x	x	x	x

X: presencia de bacterias; - : Ausencia.

6×10^2 /mL; contrario a lo establecido en la normativa venezolana para piscinas (200 bacterias /mL). Martín *et al.*, 1992 reportaron en piscinas públicas y privadas en Tenerife, valores de $1,20 \times 10^2$ y $2,27 \times 10^2$ aerobios mesófilos.

La piscina A mostró un valor de 9×10^2 CT/100mL antes de la limpieza, correspondiendo al valor más bajo. La piscina D mostró $2,8 \times 10^3$ CT/100mL, antes de la limpieza, seguido de las piscinas B, E y C, superando los límites establecidos para evaluar la calidad de este tipo de aguas (2000 NMP/100mL) considerándose bacteriológicamente no aptas para uso recreacional; según las normas internacionales. Cabe destacar, que la piscina D es una de las más visitadas para uso recreativo por los turistas y habitantes de la región factores que influyen en las condiciones sanitarias de las piscinas debido a la carga de bañista, existen factores relacionadas con la intervención de los bañistas en la preservación de las condiciones sanitarias de las piscinas, siendo las más recurrentes: el uso de lociones de protección solar o bronceadores y la descarga de fluidos por la nariz y la boca. Estos resultados están relacionados con los trabajos realizados por Ramieke *et al.* (1999), quien analizó muestras de aguas recreacionales en la india, obteniendo valores superiores a 9×10^3 CT/100mL. Asimismo Colmenares (2008) en un estudio realizado en aguas de piscinas en Carabobo señaló que las piscinas públicas y la mayoría de las privadas no se encontraban aptas para su uso de acuerdo a lo establecido en la normativa venezolana, estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestra investigación. El nivel de CT en las piscinas privadas analizadas, pudiera estar relacionado con un servicio de mantenimiento inadecuado, conduciendo a la proliferación bacteriana.

La piscina E tuvo el mayor número de CF (6×10^2 CF/100 mL), antes de la limpieza, resultados que superan la cantidad de CF señalado, en la normativa venezolana establecida para las piscinas (0 NMP/ 100mL). Según los encargados de la limpieza de las piscinas en estudio, se utilizó hipoclorito como desinfectante; probablemente los tratamientos de limpieza ineficientes que se aplican en estas piscinas contribuyen al incremento de coliformes, de allí su alta incidencia en las aguas analizadas. El ácido hipocloroso es un agente más reactivo y más fuerte que el hipoclorito, ya que puede penetrar capas limosas, paredes celulares y capas protectoras de

microorganismos eliminando de manera efectiva a los patógenos, de esta forma, mueren o su actividad reproductiva se ve inhibida. Si embargo al reaccionar con la materia orgánica genera la producción de monocloroaminas, dicloroaminas y tricloroaminas, las dos primeras tienen poder desinfectantes, mientras que las tricloroaminas son productos indeseados, al originar olores repugnantes, susceptibles a posterior oxidación a N_2 o nitrato, reduciendo su poder desinfectante (APHA, 2002). Después de la limpieza, la piscina B mostró un valor de CT de $9,3 \times 10^2$ CT/100 mL, indicando que éstos siguen superando las normas establecidas por los organismos gubernamentales. Este incremento en la frecuencia bacteriana, coincidió con días festivos, cuando hay una mayor afluencia de bañistas, especialmente en la piscina B, así como a una escasa o nula supervisión por parte del personal encargado de vigilar la ducha de las personas antes de hacer uso de la piscina; asimismo, se atribuyen estos resultados a que el mantenimiento no se realiza de la manera más idónea. Legnani *et al.* (1996) en Francia, obtuvieron un NMP de $4,9 \times 10^2$ CT/100 mL en aguas de piscinas, este conteo se relaciona con los resultados obtenidos en este estudio.

Las piscinas D, E presentaron NMP de 3×10^2 CF/100 elevados, los cuales no se encuentran dentro de los rangos permitidos para CF; probablemente esto se debe a que en las zonas adyacentes a las piscinas no hubo un mantenimiento periódico, permitiendo la acumulación de partículas como arena, polvo, hojas, entre otros, que pudieron ser arrastrados por los vientos y ser depositados en las aguas, siendo un factor importante para ocasionar el incremento bacteriano. La normativa establece que la ubicación de la piscina debe ser tal que no esté expuesta a contaminación con polvo, hojas secas y otras sustancias indeseables y cuando existen espacios de jardín se recomienda separar la piscina por medio de un elemento físico apropiado. Por tanto, se hace necesario realizar la poda de los árboles que están cercanos al área de la piscina a fin de evitar la incorporación de estos agentes externos que además de contaminar sirven de escudo a los microorganismos. También, podría atribuirse al tipo de desinfectante usado para la limpieza, o en su defecto, la concentración utilizada del mismo, según la capacidad de la piscina. El elevado número de CT y CF presentes en aguas de piscinas, generan en el individuo que se expone, enfermedades infecciosas que pudieran llegar hasta la muerte (Neuberger, 2000).

El análisis de varianza, aplicado para comparar la cantidad de coliformes totales en la piscina pública y privadas antes de la limpieza (Fs: 1,28; $P > 0,05$) y después de la limpieza. (Fs: 0,98; $P > 0,05$) no reveló diferencias significativas entre las mismas.

La piscina A mostró 44,44% de cocos Gram positivos antes y después de la limpieza, seguido de la piscina C con 41,17%; estos resultados se relacionan con los reportados por Moe (1997) en Washington, quien determinó una mayor proporción de cocos Gram positivos en aguas recreacionales, atribuyéndolo a la elevada capacidad de supervivencia por parte de estos microorganismos.

Enterococcus faecalis y *Staphylococcus epidermidis* fueron las especies bacterianas presentes en todas las muestras analizadas. *Enterococcus faecalis* es utilizado como indicador de contaminación fecal, sobre todo en aguas de piscinas, lagos, estuarios, ríos, entre otros (Rice & Cover, 1993), La presencia de *Staphylococcus epidermidis* en las muestras, probablemente, se deba a que esta especie forma parte de la flora normal de la piel y mucosas del hombre, siendo una fuente exógena de contaminación para aguas recreacionales.

Los bacilos Gram negativos se aislaron con mayor frecuencia en la piscina E (84,21%) antes y después de la limpieza, seguida de la piscina A (55,55%). El uso de desinfectantes en diluciones y tiempos inadecuados pudiera facilitar el incremento bacteriano en las piscinas. Ramieke (1999), en una investigación realizada en aguas para la recreación en la India, aisló bacilos Gram negativos en la mayoría de los muestreos. Saad & Hemedia (1992) en un estudio realizado en Alejandría, reportó una frecuencia de 62,00% de bacterias Gram negativas en aguas, destinadas a la recreación. El análisis bacteriológico aplicado a las muestras de aguas de piscinas, indicó que las especies Gram negativas identificadas fueron *K. pneumoniae*, *Ps. aeruginosa*, *E. coli*, *Pr. mirabilis* y *En. aerogenes*. Clark (1998) en 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. Colmenares, (2008), aisló *Ps. aeruginosa* en un estudio realizado en varias piscinas del Estado Carabobo.

En otro estudio sobre la calidad bacteriológica del agua, 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 (Coutiño *et al.*, 2008).

Los valores obtenidos de CT y CF, antes y después de la limpieza determinan que las aguas de las piscinas analizadas en este trabajo de investigación, no son aptas para realizar actividades deportivas y recreacionales, existiendo una contaminación bacteriana permanente; además, se aisló una elevada frecuencia de bacterias Gram negativas (*K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *E. coli* y *Ps. aeruginosa*) siendo éstos, agentes causales de infecciones de tipo respiratorio, gastrointestinal y urinario en humanos.

Especial consideración debe tenerse con la piscina D y B que presenta los valores más altos de coliformes totales y de *P. aeruginosa*, siendo esta última una bacteria patógena oportunista que comprende un grupo heterogéneo de bacterias que pueden causar enfermedades en individuos con sistemas inmunitarios debilitados, y está asociada comúnmente con dermatitis en baños calientes y piscinas (AWWA, 2002) y otitis en bañistas (Martín *et al.*, 1992).

De acuerdo a todos los resultados analizados, se plantea una problemática que se agudiza por la ausencia de las autoridades sanitarias y ambientales para la vigilancia y control de estos centros de recreación y deporte. Además que el personal que labora no está capacitado para realizar el tratamiento del agua y desconocen su importancia; así mismo los usuarios incumplen las normas y desconocen la cantidad de enfermedades que se pueden adquirir en estos sitios de recreación cuando operan deficientemente. Se sugiere que las autoridades sean vigilantes de la norma. Deben exigir un personal que verifique el tiempo de exposición y concentración de los desinfectantes que se aplican antes de dar inicio al uso de las piscinas (sobre todo en épocas de intensa afluencia de bañistas); revisar el sistema de filtración y bombeo y la estructura de las piscinas para descartar si existe filtración de otras aguas; así como establecer las normas y recomendaciones a los usuarios mediante la publicación de carteles.

Conflictos de intereses

Los organismos encargados no hacen el seguimiento y vigilancia para el cumplimiento de las normas que rigen en esta materia. La Universidad está haciendo investigación en las piscinas con el único interés de controlar los riesgos de adquirir enfermedades infecciosas, en aguas que se utilizan con fines recreacionales y deportivos en la Ciudad de Cumaná. De tal forma que informamos a los entes administradores de las piscinas sobre los resultados y correctivos a aplicar para garantizar la salud de los usuarios.

REFERENCIAS

- APHA (American Public Health Association) (2002). Disponible en U.R.L: www.apha.org. (Consultado: 2009, junio 21)
- AWWA (American Water Works Association) (2002). *Calidad y Tratamiento del Agua. Manual de Suministro de Agua Comunitaria*. McGraw-Hill/ Interamericana, Madrid, España.
- Clark N. (1998). *Disinfection of drinking water, swimming-pool-water and sewage effluent*. 2da. edition. Le y Febiger. Philadelphia.U.S.A
- Colmenares M., Correia de Soto A. & De Sousa C. (2008). Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica en piscinas del estado Carabobo, Venezuela. *Bol. Mal. Salud Amb.* **48**: 73-82.
- Coutiño M., Rodríguez,E., Perez, R., De Igartua E. & Lopez F. (2008). Bacterias transmitidas por aguas y alimentos que producen enfermedades. *Ciencia y hombre.* **21**: 31-36.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) (1994). *Norma 2.614*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- Forbes B., Sahn D., Weissfeld A., Bailey & Scott (2004). *Diagnóstico microbiológico*. 10ma edición. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela. (1988). CXV: Mes XI. No. 4.044 (Extraordinaria). Caracas, Venezuela.
- Gasteiz V. (2003). *Guía práctica para el diseño del programa de autocontrol de piscinas* [en línea]. Gobierno Vasco. Disponible en: <http://www.osanet.euskadi.net> (Consultado: 2012, Julio 07)
- Hucker V & Conn H. (1923). Methods of Gram staining. *Tech. Bull. New York Stain Agricul. Exp.* **93**: 1-37.
- Koneman E., Allen S., Jande W. & schreckenberger. (2008). *Diagnóstico microbiológico*. 6ta edición. Ed. médica panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Lenagni P., Leoni E., Baraldi M., Pinelli G. & Bisbini P. (1996). Evaluation of disinfections treatment systems for municipal wastewater reclamation and reuse. *Zentralblhyg Umweltmed.* **198**: 552-556.
- Luna G & Melo N. (1998). *Evaluación del método Petrifilm para la enumeración de mesófilos y coliformes en aguas recreacionales*. Revista del área de recursos naturales. Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Zambrano. **49**: 1-45.
- Martín M., Hernández A., Felipe A. & Alvarez R. (1992). Análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de piscinas de la isla de Tenerife. *Rev. San Hig. Pub.* **66**: 281-289.
- Moe C. (1997). Waterborne transmission of infections agents. 136-139. En: *Manual of Environmental Microbiology*. 1st.edition. Hursts Cj. Eds American Society of microbiology press. Washington D.C. USA.
- Neuberger L. (2000). Evaluación de la calidad de aguas en la costa varguense y su relación con la salud humana, antes y después del deslave. Diciembre 1999, estado Vargas, Venezuela. *Act. Cient. Venezol.* **53**: 250.
- OMS (2004). Guidelines for Drinking-water Quality. Génova. Disponible en U.R.L: http://www.who.int/water_sanitation_health (Consultado: 2009, agosto 26).
- OPS (2001). Un Rosario de Virus y Bacterias. Suplemento de Medio Ambiente para América Latina y el Caribe. **1(Supl.2)**: 3.

- OPS (2002). Desinfección del agua. Manual OPS/CEPIS/PUB.2. **83**: 33-38.
- Prats G. (2005). Diagnóstico de enfermedades infecciosas. 33-68. Microbiología Clínica. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Ramieke P., Bhaflacharjee S & Kalba N. (1999). Evaluation of coliformes as indicators of water quality in India. *J. Appl. Bacteriol.* **72**: 356- 359.
- Rice E & Cover D. (1993). Comparative resistance of *Escherichia coli* and enterococci to chlorination. *J. Environ. Sci. Heath.* **28**: 89-97.
- Ryan K & Ray G. (2004). *Sherris. Microbiología Médica*. 4ta edición. Ed. Mc. Graw Hill. México.
- Saad M. & Hemedia E. (1992). *Effect of Pollution on the Western Harbour of Alexandria*. I. environmental Characteristics. *Science of the Total. Environ.* 737-752.
- Sokal R. & Rohlf F. (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Blumé. Madrid, España.

Recibido el 29/09/2012
Aceptado el 16/05/2013