



**Universidad De Oriente
Núcleo De Bolívar
Escuela De Ciencias De La Salud
“Dr. Francisco Virgilio Battistini Casalta”
Departamento De Parasitología Y Microbiología
Departamento De Ciencias Fisiológicas**

**BACTERIOLOGÍA DEL AGUA DE CONSUMO DE LOS
SERVICIOS SALA DE PARTO, CIRUGÍA Y EMERGENCIA DE
ADULTOS, HOSPITAL “DR. RAUL LEONI”. SAN FÉLIX-
ESTADO BOLÍVAR**

Asesoras:

Lcda. Carmen Rodríguez

Lcda. Yida Orellán

Trabajo de Grado presentado por:

Br. Grüber Urquiola, Rosangel María Mariana

CI. 17.633.205

Br. Mata Bruzco, Jannelis Marian

CI. 18.666.699

Como requisito parcial para optar al título de
Licenciadas en Bioanálisis

Ciudad Bolívar, Julio 2010

INDICE

INDICE	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
METODOLOGÍA	17
Diseño de la investigación	17
Universo	17
Muestra.....	17
Materiales.....	17
Equipos.....	18
Métodos.....	19
Método Estadístico.....	23
RESULTADOS.....	24
Tabla 1.....	25
Tabla 2.....	26
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
APÉNDICES.....	38

AGRADECIMIENTOS

Primeramente queremos dar gracias a Dios por acompañarnos a lo largo de este camino, algo pedregoso y lleno de baches, pero con su guía y manteniendo la fe en Él, hemos podido llegar al final, tropezando aprendimos.

Gracias a nuestra asesora de tesis Licenciada Carmen Rodríguez por tutelarnos durante la realización de este proyecto, por transmitirnos sus excelentes conocimientos acerca del tema desarrollado, y de esta manera lograr la culminación de este trabajo con éxito.

A la Licenciada Yida Orellán por formar parte en la elaboración de este proyecto, gracias por su colaboración.

Al Ingeniero Federico Dos Santos por su cordialidad al momento de entrevistarlo, por su disposición y por ayudarnos durante el periodo de muestreo.

A los auxiliares de Laboratorio Sr. Domingo Mata, a la Sra. Daniela Pérez de Mata y a la Sra. Maribel Tovar, por prestar su ayuda en el área de medios de cultivo, y durante el procesamiento de muestras. Gracias por educarnos Sr. Domingo.

Infinitas gracias.

DEDICATORIA

A mi familia, padres, hermanas y mis dos hermosos sobrinos, son la razón de mi existencia, a la vez agradezco a Dios por permitirme tenerlos junto a mi. Los amo.

A mis amigos Cristymar, Mariana, Mireya, Miguel y Rafael que me apoyaron durante aquel corto y triste periodo lleno de inseguridad y desconcierto, sus palabras me sirvieron de guía para terminar escogiendo el camino que me llevó a estudiar esta hermosa carrera.

A todo el personal técnico del Laboratorio de Bacteriología por su inmensa colaboración.

A la Licenciada Carmen Rodríguez, por su sabiduría, exigencia, paciencia y amabilidad, por aceptar ser nuestra tutora.

A la Licenciada Yida Orellán por su colaboración y asesoramiento en la realización de este trabajo.

Rosangel grüber

DEDICATORIA

Son muchas las personas que contribuyeron para lograr esta meta. Primeramente, le agradezco a Dios porque gracias a Él tengo salud, sabiduría y entendimiento.

A mi madre que puso todo su esfuerzo y dedicación para que yo lograra mis metas, que me ha apoyado durante toda mi vida y sobretodo en este camino para lograr lo que tanto quería, dándome ánimos y ayudándome a superar las barreras, sin ella no hubiese alcanzado esto.

A mis hermanos Carlos y Gerardo que han estado ahí dándome ánimos para no decaer y siempre tener ganas para seguir.

A mi Abuela y mi tío Rómulo Bruzco que han contribuido en este proceso de enseñanza, muchísimas gracias.

A mis amigos Dayanara Vivas, Robert Bonyorni, que estuvieron ahí cuando los necesite y cuando necesitaba ese aliento y apoyo para continuar.

A mi primo Luis Fernando, la luz de mis ojos, quien me llena de alegría y me saca una sonrisa hasta en los momentos más difíciles.

A mi compañera de tesis que ha pasado conmigo buenos y malos ratos que hemos podido superar con paciencia y tranquilidad, a mi tutora Lic. Carmen Rodríguez y Lic. Yida Orellán por tener paciencia y ayudarnos con este proyecto, al Sr. Domingo Mata y Sra. Daniela Pérez de Mata auxiliares del laboratorio por apoyarnos en el área de medios de cultivo.

Jannelis Marian Mata Bruzco

RESUMEN

BACTERIOLOGÍA DEL AGUA DE CONSUMO DE LOS SERVICIOS SALA DE PARTO, CIRUGÍA Y EMERGENCIA DE ADULTOS, HOSPITAL “DR. RAUL LEONI”. SAN FÉLIX- ESTADO BOLÍVAR

Grüber U, Rosangel María M y Mata B, Jannelis Marian

Universidad de Oriente-Núcleo de Bolívar-Escuela de Ciencias de la Salud-
Departamento de Ciencias Fisiológicas-Departamento de Parasitología y
Microbiología

La calidad del agua para consumo humano intrahospitalario (ACHI) resulta fundamental en la prevención o propagación de infecciones asociadas a los cuidados de salud, las cuales se ven favorecidas por las condiciones de tensión emocional, discapacidad funcional e inmunosupresión de los pacientes; esto se presenta con más frecuencia en personas con heridas quirúrgicas, quemaduras y afecciones de las vías urinarias y respiratorias. Este estudio tuvo como objetivo analizar la carga bacteriana del agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía, Emergencia de Adultos y de dos tanques subterráneos que surten los servicios del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, Estado Bolívar, en los meses Abril y Mayo del 2010. Fue una investigación cuantitativa, aplicada, descriptiva, transversal y de campo; siguiendo los lineamientos de las Normas Venezolanas COVENIN. Se determinaron como indicadores de contaminación la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y fecales, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* spp. y *Clostridium* sulfito-reductores. Se realizaron dos muestreos para un total de 15 muestras provenientes de los servicios más 2 muestras provenientes de los tanques subterráneos, se procesaron en el Laboratorio Bacteriológico de Aguas de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Todas las muestras se ubicaron dentro de la norma sanitaria que establece la OMS (2008). No hubo desarrollo de coliformes totales, coliformes fecales, ni *Escherichia coli*. En el 100% de las muestras hubo ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* y *Clostridium* sulfito-reductores. Por todo lo anterior, el agua analizada se considera apta para el consumo humano.

Palabras clave: Bacteriología del agua, calidad del agua, coliformes totales y fecales.

INTRODUCCIÓN

La abundancia y distribución del agua, hace que sea la sustancia más importante para que el planeta tierra sea único en el sistema solar ya que es indispensable para la vida, y es el responsable del régimen climático global. Esto se debe a que tiene unas características moleculares anómalas y en las condiciones de presión y temperatura que dominan al planeta, puede presentarse en los tres estados: sólido, líquido y gaseoso (Raya, 2003).

El agua es un compuesto imprescindible para los organismos que no podrían vivir en un medio en el que faltara. Todos los seres vivos presentan un elevado contenido en agua, que alcanza el 97% del peso corporal en el caso de medusas y que en el hombre oscila entre el 65% y el 70%. El agua es un líquido biológico por excelencia en el que se desarrollan la mayoría de las reacciones y de los procesos vitales. Geológicamente constituye el principal agente externo (Hernández *et al.*, 1995).

El origen del agua en el sistema solar es probable que se deba a los procesos de fusión termonucleares. La cantidad total de este líquido en la tierra es de, aproximadamente, el 0,4% de su volumen total, con un volumen de $8,2 \times 10^9 \text{ Km}^3$. La mayoría está química y físicamente contenida en rocas y minerales de la corteza y el manto. La cantidad de agua libre formando la hidrosfera se estima en $1,4 \times 10^9 \text{ Km}^3$ representando el 17% de la cantidad total de agua en la tierra, donde 96% está almacenada en los océanos (Raya, 2003).

Las disponibilidades en agua constituyen un factor fundamental para el desarrollo económico y la salud pública. Los abastecimientos de agua se consideran en todos los países como inversiones básicas de interés general, en el sentido de que

posibilitan actividades humanas e industriales directamente productivas que influyen en la tasa de crecimiento económico (Vullo *et al.*, 2006).

Siendo el agua un elemento vital para la existencia humana, de su uso adecuado depende nuestra salud, alimentación y producción agrícola. El utilizar agua contaminada en la preparación de alimentos u otras actividades podría producir un gran número de casos de infección, por ello el agua de consumo para la población debe ser potable (Félix *et al.*, 2007).

El agua potable es aquella que cumple con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos, y radiactivos que establecen las normas sanitarias de calidad de agua potable y que se considera apta para el consumo humano (COVENIN 2634:2002). Si se cumplen estos requisitos, el agua se torna apta para el consumo y para la elaboración y procesamiento de alimentos, es decir que puede ser utilizada sin temor por los efectos nocivos que pueda producir sobre la salud. El uso domiciliario del agua potable es el último eslabón de un proceso conformado por varias etapas que deben cumplirse con eficacia, porque hacer el agua potable significa transformarla en agua apta para beber. Y ello implica mucha responsabilidad. Antes de llegar a las tuberías, el agua pasa por distintas fases que forman parte del servicio: Captación, Potabilización, Conducción y Distribución (Anónimo, 2009).

El control de la calidad del agua ha sido prioritario principalmente en zonas urbanas, para verificar una adecuada potabilización de la misma, o cuando se presentan brotes de enfermedades diarreicas en la población consumidora, donde una vez detectado el problema en el suministro de agua se resuelve a corto plazo mejorando las condiciones de desinfección de la misma (Flores *et al.*, 1995).

El agua, de calidad cada vez más pobre, puede transmitir una gran cantidad de enfermedades peligrosas y hasta mortales, entre ellas las enfermedades diarreicas

agudas (EDA), que constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil. Las EDA representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo. Además se ha estimado que el 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre, de un saneamiento y una higiene deficientes (Aguiar *et al.*, 2000; OMS, 2004).

La contaminación es un proceso de alteración o de modificación más o menos importante de los equilibrios físicos, químicos o biológicos del agua que son responsables de su calidad y la hacen inadecuada para sus numerosos usos y aplicaciones. Dicha contaminación puede tener dos orígenes: químico o microbiológico. El agua natural constituye un reservorio de microorganismos autóctonos (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*) o exógenos (*Escherichia coli*, *Enterococcus*). No debe olvidarse que recibe y arrastra partículas cargadas de bacterias, de tal modo que en cercanías de las grandes poblaciones incluso el agua de lluvia es portadora de un elevado número de microorganismos (Vullo *et al.*, 2006).

La diseminación de los patógenos ambientales causantes de enfermedades a través del agua, depende principalmente de su supervivencia en el ambiente, de la exposición de los individuos al agua contaminada, del grado de susceptibilidad de los individuos, de la concentración de los microorganismos entéricos en el ambiente como consecuencia del número de personas y animales infectados en las comunidades, de la cantidad de agua que cada individuo ingiere y de la dosis infecciosa del microorganismo (Botero, 2005).

La contaminación del agua con excretas ha sido, a través del tiempo, una de las principales preocupaciones humanas. Es importante que la disponibilidad y uso de sistemas de abastecimiento de agua potable sean adecuados, así como los medios higiénicos, los cuales constituyen partes integrales de la atención primaria de salud, lo

que ayuda a evitar o limitar la propagación de muchas enfermedades infecciosas, tanto en los seres humanos como en animales. La contaminación del agua también, puede ser a través de la fuente, de su distribución o en los depósitos comúnmente empleados para almacenarla, puesto que se ha comprobado que la contaminación de los botellones destinados para la distribución del agua potable a las comunidades es un factor importante en la transmisión de enfermedades diarreicas; dicha contaminación se puede producir cuando no están bien cubiertos, mal lavados o cuando utensilios o manos contaminadas entran en contacto con el agua (Silva *et al.*, 2004).

Otra causa de contaminación del agua es el exceso de nutrientes como el caso de fertilizantes vertidos en agua, especialmente los compuestos por fósforo y sus derivados, los cuales hacen que originen algas en exceso, impidiendo la entrada de luz solar al lago o laguna, y la muerte de los peces. También sustancias tóxicas, como los metales pesados (plomo y cadmio), generan bioacumulación, y finalmente los residuos urbanos (aguas negras o aguas servidas), que contienen excrementos, también generan contaminación (Félix *et al.*, 2007).

Por lo antes expuesto, se puede afirmar que la falta de un tratamiento adecuado de las aguas puede producir las llamadas enfermedades entéricas, en las que la infección se origina en el tubo digestivo y los microorganismos causantes se eliminan por las heces; es por esta razón que la infección resulta del contacto directo entre material fecal infectante y la boca de una persona susceptible, causando un riesgo de salud importante (Silva *et al.*, 2004).

En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud en 1984, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina y el Caribe estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua

potable, vinculado a la vigilancia epidemiológica, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia de EDA, permitiéndoles establecer prioridades y saber qué medidas tomar en cada caso (Aguilar *et al.*, 2000).

Las enfermedades transmisibles, como el cólera y otras diarreas, siguen siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad en varios de los países en vías de desarrollo. Gran parte de la transmisión de estas enfermedades está asociada a la falta de acceso al agua potable y saneamiento básico, así como a deficientes programas de protección de alimentos. Varios de los países de la región no han logrado hasta el momento alcanzar condiciones ambientales satisfactorias, para disminuir el riesgo de ocurrencia de estas enfermedades (OPS, 2000).

Las enfermedades diarreicas que afectan a los niños menores de 5 años tienen gran importancia en salud pública por la elevada morbilidad y mortalidad que ocasionan y por su repercusión negativa sobre el crecimiento y desarrollo de los niños. Se calculó en México una tasa de mortalidad de 38,4 por cada 100000 por esta causa en el año 1996 en niños menores de 5 años (Castillo *et al.*, 2000).

La OPS en 1998 realizó un análisis en el que se evidenció que 15 de los países de las Américas reportaron casos de cólera para ese año. Sólo Perú notificó el 73,1% del total de los casos reportados (57.104). Colombia, que notificó un aumento de los casos en 1996, fue presentando una reducción en 1997 y mayor todavía en 1998. Venezuela también reportó un menor número de casos de cólera en 1998, comparado con 1997, de 313 y 2.551 casos, respectivamente. En 1997, los cinco países de la región con la tasa de incidencia más elevada fueron: Nicaragua, Bolivia, Perú, Venezuela y Guatemala. En 1998, Venezuela y Bolivia redujeron significativamente su tasa de incidencia, dejando de pertenecer al grupo de países con problemas importantes derivados de esta enfermedad (OPS, 2000).

En Costa Rica, Valiente y Mora (2002), realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el papel del agua para consumo humano como canal de transmisión de los potenciales agentes causales de diarrea; los resultados de 22 brotes de diarrea lograron demostrar que en el 31,8% de los casos el agua tuvo un papel fundamental en la transmisión de 7 brotes. En 11 brotes consideraron que el agua tuvo una importancia relativa en la transmisión de los mismos. Por último, en 4 brotes, se determinó que el Agua para el Consumo Humano (ACH) no jugó ningún papel en la transmisión de la enfermedad. Además, en el 36% de los brotes se aisló la bacteria *Shigella (flexneri y sonnei)*, seguida por *Aeromonas (hydrophila y caviae)* en el 14%. En uno de los brotes se aisló *Salmonella* serogrupo B y en otro *Escherichia coli* enteroinvasiva.

La evaluación de contaminación de origen fecal del agua de consumo permite determinar la presencia de microorganismos cuya presencia indica que la muestra estuvo expuesta a condiciones que pudieran determinar la llegada a la misma de microorganismos peligrosos, permitiendo la proliferación de especies patógenas. Estos grupos de microorganismos se denominan indicadores de calidad sanitaria. Se usan como microorganismos indicadores de calidad sanitaria los siguientes grupos: coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos, entre otros (Silva *et al.*, 2004).

Las bacterias del grupo coliforme, pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*, ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra, se usa como criterio de contaminación y, por lo tanto, de la calidad sanitaria de la misma. Dicho grupo se caracteriza por estar formado por microorganismos que habitan el tracto gastrointestinal de los vertebrados. Los coliformes son bastones gramnegativos, aerobios o anaerobios facultativos, que fermentan la lactosa con formación de gas cuando se incuban durante 48 horas a 35°C. Incluye los géneros *Escherichia*,

Enterobacter, *Klebsiella*, entre otros. Debido a que la concentración de dichos agentes habitualmente es baja, su detección directa en aguas es complicada, por la cual se utiliza, entre otras, a las bacterias coliformes, que son de fácil detección y cultivo en laboratorio y presentan un tiempo de supervivencia que excede al de los patógenos en ese ambiente (Vullo *et al.*, 2000).

Otro grupo de indicadores de calidad sanitaria, que se han utilizado en el análisis microbiológico del agua, es el de los aerobios mesófilos, los cuales son microorganismos heterótrofos, aerobios o anaerobios facultativos, mesófilos o psicotróficos capaces de crecer en cualquier medio de agar nutritivo. Estas bacterias se estudian, junto con el índice de coliformes, con el propósito de controlar un proceso de tratamiento de agua y para verificar su calidad. El método se basa en contar el número de colonias desarrolladas en una placa de medio de cultivo sólido, en el que se ha sembrado un volumen conocido de agua, transcurrido un tiempo y una temperatura de incubación determinados (Silva *et al.*, 2004).

Es conocido a nivel mundial que la calidad de las fuentes de agua destinadas para el consumo humano ha representado una problemática importante para los investigadores. En un estudio del agua realizado en la ciudad de Campeche, México, se investigó la calidad sanitaria de los suministros (pozos) que abastecen a la población de la ciudad, y se encontraron bacterias mesófilas aerobias, microorganismos coliformes totales y coliformes fecales; demostrando la existencia de potentes factores de contaminación, tanto en los pozos como en su entorno inmediato. Los resultados indicaron la necesidad de implementar un programa permanente de monitoreo de la calidad sanitaria del agua que asegure una vigilancia sistemática de las fuentes de abastecimiento y distribución para el consumo humano (Márquez *et al.*, 1994).

En Venezuela, en un estudio realizado por Botero *et al.*, (2002), en las lagunas de estabilización de la Universidad del Zulia, se determinaron además de los indicadores tradicionales, por el conocimiento que se tiene sobre la poca relación que existe entre su presencia y la de los patógenos, otros microorganismos como *Streptococcus* fecales, *Enterococcus*, heterótrofos, colifagos de *E.coli* y hongos. Se demostró que el 90% de las muestras no cumplían con el requisito establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para aguas residuales a ser empleadas con fines de irrigación.

En la primera mitad de siglo XX, los países industrializados usaron criterios y normas regionales y nacionales para evaluar la calidad físico-química y microbiológica de las ACH. En la segunda mitad, las Naciones Unidas, mediante la OMS, estableció estándares o normas internacionales para evaluar la calidad del ACH, las cuales fueron promulgadas en 1958, 1963 y 1971. Sin embargo, estos estándares se realizaban en países desarrollados, los cuales contaban con tecnologías avanzadas que impedían su real aplicación en países en desarrollo. Debido a esta debilidad, la misma OMS estableció en 1984 las primeras "*Guías para la Calidad del Agua Potable*"; una década después publicaron la segunda edición y en el 2004 la tercera edición. Estas tres ediciones tienen como objetivo establecer los fundamentos científicos, con el propósito de fijar valores guías físico-químicos, microbiológicos y biológicos para que cada país los adapte a sus condiciones socioeconómicas, culturales, geográficas y avances tecnológicos, y así se concreten normas nacionales para evaluar el ACH (Mora, 2006).

Entre los criterios que se deben cumplir para verificar la calidad de agua de consumo, se especifica que deben estudiarse las características microbiológicas del agua con la finalidad de hallar bacterias indicadoras de contaminación fecal como *Escherichia coli*, coliformes totales y bacterias coliformes termotolerantes. *Escherichia coli* debe estar ausente en muestras de 100 ml, tanto en agua de consumo

en condiciones normales, como en el agua luego de desastres naturales y emergencias; las concentraciones mínimas de cloro para desinfección en condiciones normales debe ser 0,2 mg/L y 0,5 mg/L en caso de desastres y emergencias respectivamente (OMS, 2008).

En Venezuela la calidad bacteriológica del agua se dispuso en Gaceta Oficial publicada en febrero del año 1998 donde se estableció que los análisis bacteriológicos del agua deben cumplir los siguientes requisitos: Ninguna muestra de 100 mL, deberá indicar la presencia de organismos coliformes termorresistentes. El 95% de las muestras de 100mL, analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier periodo de 12 meses consecutivos. En ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 mL, provenientes del mismo sitio (MSDS, 1998).

El examen bacteriológico del agua usualmente involucra para la estimación de los coliformes y aerobios mesófilos, métodos tradicionales como el NMP (Número Mas Probable), filtración por membrana y la siembra en profundidad o vertido en placas. También es muy utilizado el método en placa Petrifilm para estos indicadores. El método Petrifilm es altamente reproducible, puede usarse para cualquier tipo de muestra, facilita la identificación y recuento de colonias, y se obtienen resultados en menor tiempo, en comparación con los métodos tradicionales (Silva *et al.*, 2004).

El NMP es la cantidad de organismos por unidad de volumen que de acuerdo con la teoría estadística, produce el resultado analítico observado con mayor probabilidad que cualquier otra cantidad, o bien que produce el resultado analítico con mayor frecuencia. Se expresa como densidad de organismos por 100 ml. Los resultados se calculan a partir del número de hallazgos positivos de organismos del grupo coliforme producidos por siembra, realizados con diluciones decimales

múltiples, generalmente se utiliza para las bacterias coliformes (COVENIN 2634:2002).

Debido a que los pacientes internados en los hospitales pueden estar inmunosuprimidos, la OMS recomienda ampliar los parámetros microbiológicos para evaluar este tipo de aguas de la siguiente manera: *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes, *Pseudomonas aeruginosa*, recuento de bacterias heterotróficas por ml. Además, se puede buscar la presencia de *Legionella* bacteria causante de problemas respiratorios (Mora, 2006).

Las infecciones por gérmenes oportunistas, cuyo hábitat natural es el medio ambiente, han adquirido en las dos últimas décadas una mayor relevancia. Como consecuencia de su nicho ecológico, son gérmenes de una gran ubicuidad y su mecanismo de transmisión se encuentra muy ligado a los sistemas de ingeniería hospitalaria (Méndez, 2008).

La epidemiología de *P. aeruginosa* refleja su predilección por un medio ambiente húmedo. La colonización humana ocurre en sitios como el periné, axilas y oídos. La humedad también es un factor crítico en reservorios hospitalarios para *P. aeruginosa*, como equipos de ventilación mecánica, soluciones de limpieza, medicamentos desinfectantes, fregaderos, estropajos, etc. En los últimos años se ha observado un aumento en el aislamiento de cepas de *P. aeruginosa* multirresistentes en todo el mundo; los hospitales de Venezuela no escapan a esta realidad. Este hecho tiene gran relevancia al momento de la selección del tratamiento empírico en infecciones producidas por este microorganismo. *Pseudomonas aeruginosa* es un importante patógeno oportunista en el ámbito nosocomial, que causa un amplio rango de complicaciones clínicas principalmente en pacientes inmunocomprometidos y sometidos a procedimientos invasivos en unidades de cuidados intensivos (Sánchez *et al.*, 2008).

El grado de colonización por *Legionella spp.* del sistema de suministro de agua en los hospitales, ha sido correlacionado con la incidencia de la enfermedad de los Legionarios adquirida en los hospitales. La exposición a la infección con especies de *Legionella spp.*, asume particular importancia dentro de los hospitales, donde pacientes de edad avanzada, con enfermedad pulmonar crónica, enfermedades subyacentes e inmunosuprimidos, están en elevado riesgo de adquirir legionelosis (Méndez, 2008).

La *Legionella spp.* es ubicua del agua y su presencia en ella era considerada normal. Sin embargo, en grandes hospitales existen factores amplificadores del inóculo como por ejemplo instalaciones hídricas complejas con recovecos y estancamientos, temperatura hídrica ideal de crecimiento, formación de sedimentos por corrosión de cañerías, simbiosis con otros microorganismos, niveles subóptimos de cloro debido a la evaporación en agua caliente, factores de difusión ideales, aerosoles de duchas y grifos, huéspedes altamente susceptibles, entre otros (Sabrià, 2000).

Con frecuencia, los reportes de infecciones nosocomiales en Venezuela pueden verse enmascarados o pasados por alto en las unidades médicas y hospitalarias, siendo más complicado conocer esta problemática en el área odontológica, aún cuando existen antecedentes en otros países. En un estudio realizado en Mérida, la variedad de microorganismos recuperados sugiere la coexistencia de estos, aumentando el riesgo de generar infecciones mixtas. La presencia de *Staphylococcus aureus* puede causar en pacientes odontológicos infecciones endodónticas, abscesos periapicales, osteomielitis, parotiditis, entre otras. Microorganismos como *P. aeruginosa*, *Chriseobacterium indologenes*, *Acinetobacter baumannii* y *Burkholderia rolstonia*, recuperados en este estudio, son frecuentemente encontrados en ambientes húmedos que entran en contacto con superficies corporales, ya que crecen fácilmente y se mantienen viables incluso en el agua (Zambrano *et al.*, 2007).

En países desarrollados puede considerarse como un delito la provisión de agua contaminada para uso humano. En los países en desarrollo, por el contrario, la calidad de agua puede ser variable y no existen los mecanismos para asegurar que llegue en buenas condiciones a los puntos de uso. Si bien es riesgoso distribuir agua contaminada para consumo de la población abierta, el riesgo es aún mayor en las poblaciones cerradas, como la de los hospitales. Además, no existen elementos para decidir cuál es el mejor método de cultivo para determinar si existe contaminación en el agua hospitalaria. Puesto que es impráctico llevar un control rutinario con cultivos del agua, la vigilancia de los niveles de cloro libre constituye un buen índice subalterno (Macías *et al.*, 2006).

Mora (2009) considera que se debe establecer un programa de control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano intrahospitalaria, para que en caso necesario se implementen las medidas correctivas a corto y mediano plazo. Se debe recordar que los criterios bacteriológicos y físico-químicos del agua potable no son suficientes para uso nosocomial; es decir, los criterios para el agua de uso intrahospitalario deben ser más estrictos, principalmente en el aspecto microbiológico. Solo así se puede garantizar que el ACHI no transmita gérmenes causantes de diarreas, de infecciones de la piel, vías urinarias y respiratorias.

En España, Sabrià (2000) realizó diversos estudios cuyos resultados confirmaron la contaminación del agua de varios hospitales por *Legionella*. Se investigó en 20 hospitales de Cataluña y en el 85% de los mismos se aisló este microorganismo. Su presencia, se asocia, invariablemente a la aparición de casos, en mayor o menor cuantía, con el paso del tiempo. Todos los hospitales estudiados en cuyas aguas quedó demostrado la colonización por *Legionella*, diagnosticaron casos de neumonía, cierto tiempo después de conocerse los resultados. Tras cuatro años de seguimientos, más del 50% de los hospitales incluidos en este estudio diagnosticaron casos de Legionelosis nosocomial.

Existe una asociación significativa entre deficiente calidad del agua e infecciones hospitalarias, este problema es importante porque la infección de los pacientes puede ocurrir después de procedimientos de invasión a través de la piel contaminada. Estudios realizados en México y Guatemala han encontrado una asociación significativa entre bacteriemia por bacilos gramnegativos y niveles bajos de cloro en el agua hospitalaria. El agua de los hospitales debe cumplir con requisitos de potabilidad, incluso la que se usa para el aseo de los pacientes y del personal. Lo contrario representa un riesgo para adquirir infecciones que puedan ser fatales, como la neumonía o infección de herida quirúrgica por gérmenes no convencionales (Macías *et al.*, 2006).

En México, Macías *et al.*, (2006) en su estudio realizado en León, Guanajuato, analizaron noventa especímenes de agua de 15 hospitales. Las muestras de agua fueron tomadas de grifos de la cocina; de lavabos de áreas de hospitalización; y del quirófano. Como resultados se obtuvo por análisis microbiológico, que 30 de los 90 especímenes estaban contaminados con coliformes totales y bacterias aerobias. Por análisis químico, se determinó en el estudio que sólo 49 especímenes tuvieron cloración suficiente (≥ 1 mg/L). De los 30 especímenes contaminados sólo 7 tenían cloración suficiente. Por otro lado, de los 60 especímenes sin contaminación, 42 tenían cloración suficiente.

En Nicaragua, Romero (2004), realizó en el Hospital Materno Infantil Dr. Fernando Vélez Paiz, un estudio sobre los factores asociados a infecciones nosocomiales en el servicio de neonatología. Durante el período estudiado en el servicio, se registró un total de 1,375 ingresos, de los cuales 43 pacientes presentaron infección nosocomial, correspondiendo al 3.1%, los microorganismos aislados en las infecciones fueron *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus coagulasa* negativo, *Proteus*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *E. coli*, las entidades clínicas asociadas fueron flebitis, conjuntivitis, neumonía, sepsis, onfalitis, infección de vías

respiratoria superiores, entre otras; como factores de riesgo se determinó que además de prematurez, la contaminación de herida por sondaje vesical, venoclisis, intubación endotraqueal entre otras, por lavado con agua corriente contaminada.

En Venezuela, en el estado Bolívar, Álvarez y Mota (2007) analizaron la calidad bacteriológica del agua de consumo en 22 muestras de los servicios Cirugía I y II, Ginecología y Perinatología en el Complejo Hospitalario Universitario Ruiz y Páez, y hallaron crecimiento de bacterias mesófilas con valores entre 1,8 y 5,4 x10 UFC/ml, ausencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, concluyendo que el agua potable de los servicios evaluados era apta para el consumo humano.

Cordoliani y Moreno (2009) en su estudio sobre análisis bacteriológico del agua de consumo de la Unidad de Cuidados Coronarios e Intensivos, Traumatología y Banco de Leche Materna del Complejo Hospitalario Universitario Ruiz y Páez, concluyeron que las 23 tomas de agua analizadas eran aptas para consumo humano por no hallar crecimiento de coliformes totales, fecales, ni *Escherichia coli*.

El agua es un medio que arrastra o transporta partículas y microorganismos como bacterias, enterovirus, protozoarios, hongos, entre otros, por lo que es necesario que exista un tratamiento adecuado para mejorar su calidad cuando esta es destinada al consumo humano y más aún si va a ser utilizada en centros de salud, debido a que ésta es esencial para el lavado de material quirúrgico, para el aseo de los pacientes y otras actividades similares. De acuerdo a lo expuesto con anterioridad el objetivo de este estudio fue analizar muestras constituidas por agua de diversos servicios del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, partiendo de los criterios de calidad de agua domiciliaria, y lograr de esta manera la identificación de posibles patógenos que pondrían en riesgo la salud de los pacientes que acuden a los distintos servicios de este hospital.

JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso indispensable para la vida; por tal motivo, su sistema de tratamiento debe ser evaluado y controlado periódicamente, para garantizar su calidad de consumo humano. La disponibilidad del agua apta para la preparación de alimentos, la higiene personal y doméstica, es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de los seres humanos. Es importante que la disponibilidad y uso de sistemas de abastecimiento de agua potable sean adecuados, así como los medios higiénicos, los cuales constituyen partes integrales de la atención primaria de salud, lo que ayuda a evitar o limitar la propagación de muchas enfermedades infecciosas, tanto en los seres humanos como en animales (Silva *et al.*, 2004).

La infección hospitalaria constituye un problema de salud mundial por su elevada frecuencia, consecuencias fatales y alto costo de tratamiento. Actualmente es un indicador de calidad de la atención médica y mide la eficiencia de un hospital junto a otros indicadores de morbilidad y aprovechamiento de recursos (Rodríguez *et al.*, 2007).

Por lo tanto, el estudio del agua intrahospitalaria constituye un factor primordial a la hora de evaluar las posibles causas de enfermedades nosocomiales que podrían ser adquiridas en pacientes que hacen uso de los servicios Sala de Parto, Cirugía y Emergencia de adultos del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, estado Bolívar y de esta manera proveer a la población de medidas preventivas para evitar posibles riesgos de contaminación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la carga bacteriana del agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía, Emergencia de Adultos y de dos tanques subterráneos que surten los servicios del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, Estado Bolívar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar mesófilos aerobios en el agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía, Emergencia de Adultos y tanques subterráneos del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, Estado Bolívar.
- Establecer el número más probable de coliformes totales y fecales en el agua de consumo de los servicios y tanques antes citados.
- Determinar la presencia de *Escherichia coli* en el agua de consumo de los servicios y tanques antes mencionados.
- Investigar la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* y clostridios sulfito-reductores en el agua de consumo de los servicios y tanques antes mencionados.

METODOLOGÍA

Diseño De La Investigación

Se realizó una investigación cuantitativa, aplicada, descriptiva, transversal y de campo.

Universo

El universo estuvo representado por todos los sistemas de suministro de agua de consumo del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, Estado Bolívar.

Muestra

La muestra estuvo conformada por el agua proveniente de quince (15) fuentes operativas de los servicios de Sala de Parto, Cirugía y Emergencia de Adultos, y dos (2) muestras de agua de los tanques subterráneos que surten a los mencionados servicios.

Materiales

- Guantes y tapaboca.
- Cava portátil.
- Frascos de vidrios estériles de 50 ml.
- Tubos de ensayo.
- Gradillas.
- Pipetas serológicas de 1, 5, y 10 ml.
- Encendedor de propano.

- Placas de Petri.
- Campana de Durham
- Asas microbiológicas.
- Mechero de Bunsen.
- Fenol al 5%.

--Medios de cultivo (marca comercial HiMedia Laboratorio):

- Agua peptonada al 0,1%.
- Agar Plate Count.
- Caldo Lauril Sulfato Triptosa.
- Caldo Lactosa Bilis 2% Verde Brillante (CLBVB).
- Agar eosina azul de metileno.
- Agar Cetrimide.
- Agar M-Enterococcus.
- Agar SPS con parafina líquida.

Equipos

- Autoclave marca Felisa.
- Nevera.
- Estufa marca Gemmy 35 litros.
- Baño de María marca comercial Memmert 10 litros.
- Contador de colonias.

Métodos

Se diseñó un instrumento para la administración de los datos experimentales (Apéndice A) y otro para la emisión de los resultados al Hospital “Dr. Raul Leoni” de San Félix (Apéndice B).

•Recolección de la muestra (Norma Venezolana COVENIN 2614-94)

Los envases para recolectar el agua fueron botellas de vidrio, con capacidad de 100 ml, y se esterilizaron a 121°C de temperatura y 15 libras de presión durante 15 min, previa adición de tiosulfato de sodio al 10%, para neutralizar e inhibir el efecto del cloro residual.

De los grifos sólo se tomaron muestras de aquellos que no presentaban fugas entre el vástago y el cuello para evitar contaminación, se eliminó cualquier dispositivo del grifo como boquillas, regaderas, gomas, entre otros. Se dejó drenar el agua durante 5 min y se cerró la salida de agua para desinfectarlo con alcohol y flamearlo con mechero. Se abrió de nuevo el grifo durante 2 min y rápidamente se procedió a captar la muestra llenando unas 2/3 partes del envase. Se tapó con prontitud y se rotuló indicando procedencia, fecha y número de muestreo. Se realizaron dos muestreos en cada servicio, con 30 días de diferencia entre ellos.

•Transporte de las muestras

El traslado de las muestras de agua recolectadas en el Hospital “Dr. Raul Leoni” se realizó en cavas portátiles con hielo, antes de 48 horas, con el fin de evitar que la población real de bacterias presentes en la muestra se alterara. Las mismas se

trasladaron hasta el Laboratorio Bacteriológico de Aguas de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

•Procesamiento de las muestras

1. Preparación de diluciones (Norma Venezolana COVENIN 1126-89).

De la muestra de agua sin diluir se trasvasó 1 ml a un tubo de ensayo estéril que contenía 9 ml de agua peptonada al 0,1%, así se obtuvo una dilución 1:10. Se repitió este procedimiento a partir de esta dilución, dos veces más, para preparar las diluciones 1:100 y 1:1000 respectivamente. Se tuvo entonces, la muestra sin diluir y tres diluciones de ella (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}). Se prepararon todas las muestras por duplicado.

2. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri (Norma Venezolana COVENIN 902-87).

Se colocó 1 ml de la muestra de agua en placas de Petri por duplicado, se añadió 15 ml de Agar Plate Count previamente fundido y temperado a 45-50°C. Se mezcló por rotación suave y se dejó solidificar sobre una superficie plana. Se incubaron a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 h. Se contaron las colonias y se calculó la cuenta total de microorganismos en la muestra tomando en cuenta el promedio del duplicado (UFC/ml) y la dilución respectiva.

3. Determinación del NMP de Coliformes Totales (Norma Venezolana COVENIN 3047-93).

Prueba presuntiva: Se inocularon volúmenes de 10 ml de muestra en cada uno de 5 tubos que contenían caldo lauril sulfato triptosa doble concentrado, con tubo de fermentación invertido. Se mezcló suavemente. Se incubaron a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, los tubos negativos se reincubaron 24 h más. La positividad se observó por presencia de gas en el tubo Durham y/o turbiedad en el medio de cultivo.

Prueba confirmatoria: De cada tubo positivo de la prueba presuntiva se transfirió una asada del cultivo a tubos que contenían caldo lactosa bilis verde brillante (2%) (CLBVB), con tubo de fermentación invertido. Se incubaron a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 h. Con el número de tubos positivos en esta prueba, es decir, aquellos que presentaron gas en el tubo Durham y/o turbiedad en el medio de cultivo, se calculó el Número Más Probable de Bacterias Coliformes por 100 ml de muestra según la tabla NMP para 5 tubos inoculados con 10 ml. En el caso de que todos los tubos fueran negativos el resultado debía expresarse como “menos de 2,2 NMP/100 ml; y en caso de todos positivos debía expresarse como “mayor de 16 NMP/ml”.

4. Determinación del NMP de Coliformes Fecales: Primer método (Norma Venezolana COVENIN 1104-96):

De cada tubo con gas en caldo lauril sulfato triptosa se inoculó con un asa de 3 mm a tubos que contenían caldo para enriquecimiento de coliformes (EC) previamente temperados a $45^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Se incubaron en baño de agua a $45^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 24h. Se anotaron los tubos con gas y se llevaron los resultados a la Tabla de Número Más Probable.

5. Determinación del NMP de *Escherichia coli* (Norma Venezolana COVENIN 1104-96):

Se efectuó en base a los tubos positivos obtenidos en la determinación de coliformes fecales. A partir del caldo EC se sembró por estría en agar Levine (EMB). Las placas se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 a 48h. Se seleccionaron las colonias violeta oscuro o negro, con o sin brillo verde metálico, y se repicaron en tubos con agar nutritivo para la obtención de un cultivo puro. Se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 ± 2 h. Se realizó tinción de Gram para observar morfología y pureza del cultivo. Posteriormente se realizaron las pruebas de indol, rojo de metilo (RM), Voges Proskauer (VP) y utilización de citrato (IMVIC) a partir de los cultivos puros y de morfología característica.

Se consideraron positivos a los cocobacilos o bacilos Gram negativos con los siguientes resultados en las pruebas IMVIC:

Microorganismos	Indol	RM	VP	Citrato
<i>E. coli</i> (I)	+	+	-	-
<i>E. coli</i> (II)	-	+	-	-

Los tubos que generaron cultivos con las características anteriores se anotaron como positivos y se llevaron a la tabla NMP a fin de determinar el NMP de *Escherichia coli*.

6. Recuento de *Pseudomonas aeruginosa* (APHA, 2005):

Se realizó por el método de siembra en profundidad, con Agar Cetrimide y se incubaron 24-48 h a 37°C . La positividad de esta prueba se evidenciaría por

crecimiento de colonias en el medio, pudiendo observarse fluorescencia en presencia de una lámpara de luz UV de onda larga.

7. Recuento de *Enterococcus* (APHA, 2005):

Se sembraron las muestras de agua en Agar M-*Enterococcus* por el método de siembra en profundidad y se incubaron a 37°C por 24-48 h. La positividad de esta prueba se evidenciaría por crecimiento de colonias en el medio.

8. Recuento de clostridios sulfito-reductores (APHA, 2005):

Se inoculó 1 ml de muestra (previa activación a 80°C por 15 min) en Agar SPS fundido y temperado a 45-50°C, se selló con parafina líquida y se incubaron a 37°C por 24-48 h. La positividad se observaría como puntos negros a través del tubo.

Para la comparación de resultados se tomaron en cuenta los “Estándares microbiológicos establecidos por la OMS para agua potable en Europa y América” que establecen la cantidad de ≤ 100 UFC/ml para conteo de colonias aerobias a 37°C, recuentos de $\leq 2,2$ NMP/100 ml para coliformes totales y fecales, así como ausencia de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus* en agua potable (OMS, 2008).

Método Estadístico

Se utilizó estadística descriptiva y los resultados se presentaron en tablas de frecuencia, se utilizó la media aritmética como medida de tendencia central.

RESULTADOS

En la tabla N° 1 se muestra el recuento de bacterias aerobias mesófilas en el agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía y Emergencia de Adultos del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, estado Bolívar, y señala que en todos los casos la carga microbiana total es inferior a 100 UFC/ml.

Con relación a las determinaciones correspondientes a coliformes totales y fecales, se pudo observar que hubo ausencia de los mismos en el 100% (n=15) de las muestras analizadas. De igual manera, no se observó crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* o *Clostridium* sulfito-reductores.

La Tabla N° 2 muestra las determinaciones de microorganismos indicadores de calidad sanitaria de una fuente de agua potable proveniente de dos tanques subterráneos, que suministran el agua a los servicios estudiados y se observa que en el tanque número dos hubo un crecimiento de aerobios mesófilos de $6,5 \times 10$ UFC/100ml. Hubo ausencia de los demás microorganismos investigados.

Tabla 1

Bacterias aerobias mesófilas en el agua de consumo por servicios. Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, estado Bolívar. Abril-Mayo 2010

Servicios	Aerobios mesófilos (UFC/100mL)	Aerobios mesófilos (UFC/100mL)	n	%
	1 ^{er} muestreo \bar{X}	2 ^{do} muestreo \bar{X}		
Sala de parto	2	3	5	33,33
	1	2		
	0	0		
	3	1		
	1	3		
Cirugía	1	0	5	33,33
	0	1		
	2	1		
	1	0		
	0	2		
Emergencia	1	0	5	33,33
	2	3		
	0	2		
	3	4		
	1	0		
Total			15	100

\bar{X} = media aritmética

-Limite máximo permisible para Aerobios Mesófilos ≤ 100 UFC/ml (OMS, 2005)

Tabla 2

Bacteriología del agua de los tanques de almacenamiento de agua. Hospital “Dr. Raúl Leoni” San Félix, estado Bolívar. Abril-Mayo 2010

	TANQUE 1	TANQUE 2
Aerobios mesófilos (UFC/100ml)	0	6,5x10
Coliformes totales (NMP/100ml)	< 2,2	<2,2
Coliformes fecales (NMP/100ml)	<2,2	<2,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente	Ausente
<i>Enterococcus</i>	Ausente	Ausente
<i>Clostridium</i> sulfito-reductores	Ausente	Ausente

DISCUSIÓN

Los criterios para el agua de uso intrahospitalario deben ser más estrictos, principalmente en el aspecto microbiológico, solo así se puede garantizar que el agua de consumo humano intrahospitalario no transmita gérmenes causantes de diarreas, de infecciones de la piel, vías urinarias y respiratorias. Aunque los estándares que debe cumplir el agua para consumo humano están definidos por la OMS (2008), no existe información acerca de la calidad del agua de hospitales ni normas nacionales para definir cuáles deben ser sus estándares mínimos o criterios microbiológicos; es evidente que el agua hospitalaria debe cumplir, al menos, los estándares habituales.

Las directrices microbiológicas para la calidad del agua potable de la OMS (2008) establecen para microorganismos aerobios mesófilos una densidad permisible de hasta 100 UFC/ml si se incuban a 37° C, y de hasta 1000 UFC/ml en incubación a 22°C; mientras que para coliformes totales y fecales indica ausencia de estos microorganismos cuya negatividad debe expresarse <2,2 NMP/100ml. Finalmente establece que el criterio para *Escherichia coli* es ausencia total de esta bacteria en agua potable (Anexo 2).

El estudio realizado en el Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix permitió determinar la calidad bacteriológica del agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía y Emergencia de Adultos, y de los tanques subterráneos que surten agua a los mencionados servicios. El conteo de bacterias aerobias mesófilas de las muestras analizadas no excedió el límite permitido por la OMS (2008), lo cual coincide con los estudios realizados por Álvarez y Mota (2007) en el Hospital “Ruiz y Páez” de Ciudad Bolívar, Cordoliani y Moreno (2008) en el mismo hospital, Mujica y Solís (2008) en el Hospital Uyapar de Puerto Ordaz, y Pulcini y Sans (2010) en el anexo pediátrico del Hospital “Dr. Raúl Leoni”

La ausencia de coliformes totales y fecales halladas en este trabajo, concuerdan con los estudios realizados por Álvarez y Mota (2007) en el Complejo Hospitalario “Ruiz y Páez” de Ciudad Bolívar, mientras que difieren de los hallazgos encontrados por Gastell y Machado (2009) y Pulcini y Sans (2010) quienes evidenciaron *Escherichia coli* y coliformes totales en muestras de agua del IVSS “Héctor Nouel Joubert” (Ciudad Bolívar) y del Anexo Pediátrico de Guaiparo (San Félix) respectivamente.

Los resultados también mostraron la ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* y *Clostridium* sulfito-reductores en el 100% de las muestras analizadas, lo cual forma parte del criterio de inocuidad para agua potable que dictamina la OMS (2008) y coincide con los demás estudios realizados en centros asistenciales del estado Bolívar.

Los resultados obtenidos permiten inferir que el agua proveniente de la empresa hidrológica regional que surte al Hospital “Dr. Raúl Leoni” provee un servicio de agua potable y saneamiento en condiciones de calidad, asegurando la satisfacción de los usuarios, dando cumplimiento a su misión de desarrollar una nueva cultura del agua fundamentada en la valoración del recurso hídrico. Se pudo comprobar que es sometida al tratamiento adecuado que garantiza su calidad bacteriológica y potabilidad, haciéndola apta para el consumo humano.

Por otro lado, refiriéndonos más a la calidad del agua de consumo intrahospitalaria, pudieran tomarse como referencia de inocuidad los criterios señalados en una Propuesta de Ley recientemente establecida en Costa Rica para este tipo de agua (Arias y Ávila, 2009). De ser así, el conteo de bacterias aerobias mesófilas realizado en el tanque número 2 del Hospital “Dr. Raúl Leoni” indica que la misma no es apta para el consumo humano, ya que este Reglamento determinó $1,5 \times 10^3$ UFC/100ml como valor óptimo recomendado y $3,0 \times 10^3$ UFC/100ml como

valor máximo admisible para estos microorganismos. Estos valores son inferiores a las directrices microbiológicas de la OMS (2008) las cuales son generalizadas para toda agua potable, independientemente de su destino final de utilización.

CONCLUSIONES

- El agua proveniente de los servicios Sala de Parto, Cirugía y Emergencia de Adultos del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, durante el periodo Abril-Mayo 2010, resultó apta para el consumo humano según los estándares microbiológicos para el agua potable establecidos por la OMS (2008).
- El análisis bacteriológico del agua almacenada en los tanques subterráneos del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, evidenció que el agua que suministra la empresa hidrológica regional es inocua y no representa riesgo para los usuarios de este centro asistencial.

RECOMENDACIONES

- Cumplir con operativos de desinfección del agua en los sistemas de depósito del Hospital “Dr. Raul Leoni” para que mantenga su calidad bacteriológica.
- Realizar monitoreos mediante investigaciones similares en periodos de contingencia en los cuales el agua es suministrada por camiones cisternas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, P., Cepero, J., Countin, G. 2000. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996-1997. Rev Panam Sal Pub. 7(5):313-318.

Álvarez, M., Mota, F. 2007. Calidad bacteriológica del agua de consumo en los servicios Cirugía I y II, Ginecología y Perinatología. Complejo Hospitalario Universitario "Ruiz y Páez". Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Trabajo de Grado. Dpto. de Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. UDO. pp32 (Multígrafo).

Anónimo. 2009. Tomar conciencia sobre la importancia del agua sigue siendo una tarea pendiente. La Jornada. 05-04 p 3. [En línea]. Disponible en: http://www.fmazul.com.ar/lajornada/la_jornada_05-04-09.pdf [Junio 2009]

APHA, American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th Edition., Washington, DC. Bauer, S. B., and T.A. Burton. Pp 1368.

Arias, O., Ávila, M. 2009. Reglamento para la Calidad del Agua para Consumo Humano Intrahospitalario (Propuesta). [En línea]. Disponible: http://www.ministeriodesalud.go.cr/inicio/propuestas_proyectos/reglamento_2010/Reglamento%20para%20calidad%20del%20agua%20para%20consumo%20intrahospitalario.%20Para%20consulta%20actores.doc.

Botero, L. 2005. Calidad del agua para consumo humano. Resumen elaborado para las XXIX Jornadas de Microbiología. "Dr. Vidal Rodríguez Lemoine" Sociedad Venezolana de Microbiología. Capítulo Sucre. Cumaná 9-11 de Noviembre. p 1-3.

- Botero, L., Zambrano, J., Oliveros, C., León, D., Sarcos, M., Martínez, M. 2002. Calidad microbiológica del agua de un sistema de lagunas de estabilización a ser empleada en irrigación. *Rev Fac Agron.* **19**(4):312-323.
- Castillo, O., Sierra, F., Cantú, P. 2000. Incidencia de diarreas en menores de 5 años y su relación con la calidad y disponibilidad del agua para uso y consumo humano en Sabinas Hidalgo, Nuevo León (México). *Respyn.* **1**(3):01-06.
- Cordoliani, H., Moreno, L. 2009. Análisis bacteriológico del agua de consumo de Unidad de Cuidados Coronarios e Intensivos, servicios de Traumatología y Banco de Leche Materna. Complejo Hospitalario Universitario “Ruíz y Páez”. Ciudad Bolívar. Estado Bolívar. Trabajo de Grado. Dpto de Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. UDO. pp 33 (Multígrafo).
- Félix, A., Campas, O., Aguilar, M., Meza, M. 2007. Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de sonora (México). *Respyn.* **8**(3):01-12.
- Flores, J., Suárez, G., Franco, M., Hereida, M., Vivas, M., Franco, J. 1995. Calidad bacteriológica del agua potable de la Ciudad de Mérida, México. *Salud Publica Mex.* **37**(3):236-239.
- Gastell, Y., Machado, G. 2009, Indicadores bacteriológicos de calidad sanitaria del agua potable IVSS Hospital “Héctor Nouel Joubert” Mayo - Junio 2009. Trabajo de Grado. Dpto. de Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. UDO. pp32 (multígrafo).
- Henao, L., Castrillo, M., Navarro, P., Landaeta, M., 2003. Diarreas agudas en adultos. Sociedad Venezolana de Infectología. Consenso de expertos 2003. [En línea]. Disponible en: <http://www.svinfectología.org/consensos.htm> [Agosto, 2009].

Hernández, J., Bachs, E., Estrada, F. 1995. Ciencias Naturales. Edit Ediciones Nauta. España. Pp 308.

Macías, A., Monroy, R., Muñoz, J., Medina, H., De León, S. 2006. Cloración y contaminación bacteriana. Aguas turbulentas en los hospitales. Invest Clin. **58**(5):470-474.

Márquez, I., Lezama, D., Tamay, P. 1994. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Salud Pública Mex. **36**(6):655-661.

Méndez, C. 2008. Entrenamiento en técnicas básicas de identificación y diagnóstico de *Legionella pneumophila* en laboratorio Bio-Aliment Lab, Barcelona España. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. pp 52. (Multígrafo).

Mora, D. 2006. Evolución de las guías microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua para consumo humano: 1984 -2004. Rev Costarric Sal Pub. **15**(29):44-54.

Mora, D. 2009. Hospitales: Planes de seguridad del agua. Nación.com. Opinión. 01-07-09.

[En línea] Disponible:

http://www.nacion.com/ln_ee/2009/julio/01/opinion2013217.html [Noviembre, 2009].

MSDS, Ministerio de Sanidad y Desarrollo Social de Venezuela. 1998. Gaceta Oficial N° 36.395. Cap. II. Aspectos Microbiológicos en Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. Caracas. Venezuela. pp. 2.

Mujica, M., Solis, M. 2008, Indicadores bacteriológicos de la calidad sanitaria del agua de consumo del Hospital Uyapar. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Septiembre 2008. Trabajo de Grado. Dpto. de Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. UDO. pp31 (multígrafo).

Norma Venezolana COVENIN 2634:2002. Aguas naturales, Industriales y residuales. Definiciones. 1ª Revisión. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 2614-94. Calidad del agua y procesamiento de muestras para determinación de coliformes fecales. 1ra revisión. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1126-89. Preparación de medios de cultivo para estudio microbiológico. 1ra revisión. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 902-87. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 3047-93. Agua potable. Método de determinación del número más probable de bacterias coliformes. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1104-96. Determinación del número más probable de coliformes, de coliformes fecales y de *Escherichia coli*. 2da revisión. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

OMS, Organización Mundial de la Salud. 2004. Relación del agua, el saneamiento y la salud. [En línea] Disponible en:

http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html

[Enero, 2009]

- OMS. 2005. Organización Mundial de la Salud: Guías para la calidad del agua potable. [En línea]. Disponible: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/ [Octubre, 2009].
- OMS. 2008. Guías para la calidad del agua potable. 3^{era} ed. La incorporación de primera y segunda edición - Vol 1. [En línea] Disponible en: <http://www.asbestos-center.jp/archive/files/kourou118.pdf> [Diciembre 2009].
- OPS. 2000. Organización Panamericana de la Salud. Situación del cólera en las Américas-Informe N°19. Rev Soc Ven Microbiol. **20**(1):01-88.
- Pulcini, J., Sans, I. 2010. Bacteriología del agua potable - Anexo Pediátrico Hospital “Dr. Raúl Leoni” – San Félix, Edo. Bolívar. Enero-Febrero 2010. Trabajo de Grado. Dpto de Parasitología y Microbiología. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Esc. Cs. Salud. Bolívar. UDO. pp 31 (Multígrafo).
- Raya, 2003. Composición isotópica del vapor de agua atmosférico en el sureste de la península Ibérica. Tesis Doctoral. Dpto. de Cs de la Tierra y Química Ambiental. Bioquímica de Isótopos estables. España. Universidad de Granada. pp 417.
- Rodríguez, A., Delgado, M., Dujarric, M. 2007. Vigilancia químico-bacteriológica de las aguas de sistemas de hemodiálisis en instituciones seleccionadas. Rev Cub Hig Epidem. **45**(3). [Serie en línea] Disponible en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000300006&lng=es. [Mayo 2009].
- Romero, R. 2004. Factores asociados a infecciones nosocomiales en el servicio de Neonatología en el Hospital “Dr. Fernando Vélez Paiz” durante el periodo Junio-

- Noviembre de 2004. Trabajo de Grado. Universidad Autónoma de Nicaragua. Hospital Escuela “Dr. Fernando Vélez Paiz”. pp 95. (Multígrafo).
- Sabrià, M. 2000. Legionelosis nosocomial. Un problema bastante generalizado. *Enf Emerg.* **2**(4):203-205.
- Sánchez, D., Marcano, D., Spadola, E., León, L., Payares, D., Ugarte, C., *et al.* 2008. Metaloenzimas tipo VIM detectadas en aislamientos clínicos en *Pseudomonas aeruginosa* en cuatro hospitales en Venezuela. *Rev INHRR.* **39**(2):17-22.
- Silva, J., Ramirez, L., Alfieri, A. 2004. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Rev Soc Ven Microbiol.* **24**(2):46-49.
- Valiente, C., Mora, D. 2002. El papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en Costa Rica en el periodo 1999-2001. *Rev Sal Pub Cost.* **11**(20):26-40.
- Vullo, D.L., Wachsman, M.B., Alché, L. E. 2006. Aplicación de diferentes técnicas de recuento para bacterias de importancia sanitaria en aguas. Actas de las VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Universitaria. Buenos Aires, Argentina. Abril. p 125-132.
- Zambrano, M., Rodríguez, H., Urdaneta, L., González, A., Nieves, B. 2007. Monitoreo bacteriológico de áreas clínicas odontológicas: estudio preliminar de un quirófano. *Rev Soc Ven Microbiol.* **45**(2):160-165.

APÉNDICES

APÉNDICE B



Reporte de los Resultados del Análisis Bacteriológico del Agua.

Nº de muestra: Fecha de Análisis: Fecha de toma de muestra: Hora de toma de muestra:	Localidad: Procedencia: Punto de muestreo: Tipo de muestra:
Encargado de la toma de muestra:	

*La ausencia de coliformes totales y fecales debe expresarse como <2,2

Análisis	Resultados	Unidades	Limite max. permisible agua Potable	Limite max. Permissible agua natural
Aerobios mesófilos 37°C		UFC/ml	≤100 UFC/ml	≤200 UFC/ml
Coliformes totales		NMP/100ml	≤2,2 UFC/100ml	≤10.000UFC/100ml
Coliformes fecales		NMP/100ml	≤2,2 UFC/100ml	≤10.000UFC/100ml
<i>Escherichia coli</i>		UFC/ml	Ausentes	Ausentes
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		UFC/ml	Ausentes	Ausentes
<i>Enterococos</i>		UFC/ml	Ausentes	Ausentes
<i>Clostridium</i>		UFC/ml	Ausentes	Ausentes

NMP/100ml

(Norma Venezolana COVENIN 3047-93).

Interpretación de Resultados:

Firma del Analista de Control de
Calidad

ANEXO 1

**TABLAS DE PROBABILIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL
NÚMERO DE BACTERIAS POR LA TÉCNICA DE LAS DILUCIONES EN
TUBO**

Valores del NMP para 2 tubos inoculados a partir de tres diluciones decimales
sucesivas.

Número de tubos positivos observados en cada dilución			
1° dilución	2° dilución	3° dilución	NMP de microorganismos por ml de la 1° dilución
0	0	0	0
0	0	0	0,45
0	1	1	0,46
1	0	0	0,6
1	0	1	1,2
1	1	0	1,3
1	1	1	2,0
1	2	0	2,1
2	0	0	2,3
2	0	1	5,0
2	1	0	6,2
2	1	1	13
2	1	2	21
2	2	0	24
2	2	1	70
2	2	2	100+

Los límites de confianza aproximados al 95 por cien pueden calcularse de la siguiente forma:

NMP a NMP x 6,61

6,61

Fuente: Harrigan, 1979.

ANEXO 2

ESTÁNDARES MICROBIOLÓGICOS ESTABLECIDOS POR LA OMS PARA AGUA POTABLE EN EUROPA Y AMÉRICA.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	
Parámetros	Valor Paramétrico
Escherichia coli	0 en 100 ml de agua*
Enterococcus	0 en 250ml de agua*
Pseudomonas aeruginosa	0 en 250ml de agua*
Conteo de colonias a 22° C	1000 UFC/ml
Conteo de colonias a 37°C	100 UFC/ml

* Menos de 1NMP/100ml

Fuente: Lennetech. Distribuidor de sistema de tratamiento de agua residual y purificación del aire a todos los países de habla hispana. 2004.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	Bacteriología del agua de consumo de los servicios Sala de parto, Cirugía y Emergencia de Adultos. Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix- Estado Bolívar
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Grüber Urquiola. Rosangel Maria Mariana.	CVLAC: 17.633.205 E MAIL: angel7ars@hotmail.com
Mata Bruzco. Jannelis Marian.	CVLAC:18.666.699 E MAIL: jannelism.mata@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Bacteriología del agua, calidad del agua, coliformes totales y fecales.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
Departamento de Parasitología y Microbiología	Bacteriología

RESUMEN (ABSTRACT): La calidad del agua para consumo humano intrahospitalario (ACHI) resulta fundamental en la prevención o propagación de infecciones nosocomiales (IN), las cuales se ven favorecidas por las condiciones de tensión emocional, discapacidad funcional e inmunosupresión de los pacientes; esto se presenta con más frecuencia en personas con heridas quirúrgicas, quemaduras y afecciones de las vías urinarias y respiratorias. Este estudio tuvo como objetivo analizar la carga bacteriana del agua de consumo de los servicios Sala de Parto, Cirugía, Emergencia de adultos y de dos tanques subterráneos que surten los servicios del Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix, Estado Bolívar, en los meses Abril y Mayo del 2010. Fue una investigación cuantitativa, aplicada, descriptiva, transversal y de campo; siguiendo los lineamientos de las Normas Venezolanas COVENIN. Se determinaron como indicadores de contaminación la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, fecales, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* spp. y *Clostridium perfringens*. Se realizaron dos muestreos para un total de 15 muestras provenientes de los servicios más 2 muestras provenientes de los tanques subterráneos, se procesaron en el Laboratorio Bacteriológico de Aguas de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Todas las muestras se ubicaron dentro de la norma sanitaria que establece la OMS (2008) para las bacterias aerobias mesófilas. No hubo desarrollo de coliformes totales, coliformes fecales, ni *Escherichia coli*. En el 100% de las muestras hubo ausencia de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* y *Clostridium perfringens*. Por todo lo anterior, el agua analizada se considera apta para el consumo humano.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Rodríguez de León, Carmen	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:	8.871.518			
	E_MAIL	carmenrb@gmail.com			
	E_MAIL				
Orellán, Yida	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:	4.404.887			
	E_MAIL	yidavorellán@hotmail.com			
	E_MAIL				
Guevara, Armando	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	9.460.962			
	E_MAIL	aguillefort@yahoo.com			
	E_MAIL				
Silva, Iraida	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	4.981.718			
	E_MAIL	iraaaida@hotmail.com			
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	07	26
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Tesis. Bacteriología del agua de consumo de los servicios Cirugía, Sala de Parto, Emergencia de Adultos. Hospital “Dr. Raúl Leoni” de San Félix- Estado Bolívar.doc	MS.word

ALCANCE

ESPACIAL: Servicio Sala de parto, Cirugía, Emergencia de Adultos. Hospital “Dr. Raul Leoni” – San felix, Edo. Bolívar.

TEMPORAL: 8 años

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO: Licenciado en Bioanálisis

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO: Licenciatura

ÁREA DE ESTUDIO: Bacteriología

INSTITUCIÓN: Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

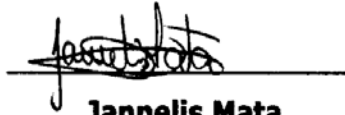
De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado

“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario



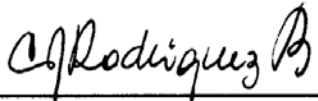
Rosangel Grüber

AUTOR



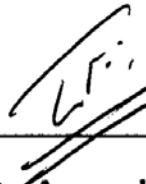
Jannelis Mata

AUTOR



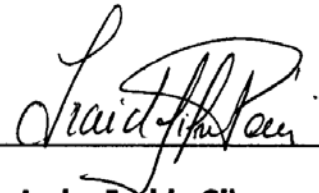
Lcda. Carmen Rodríguez

TUTOR



Dr. Armando Guevara

JURADO



Lcda. Iraida Silva

JURADO

POR LA SUBCOMISION DE TESIS