



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

**CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE
CAMIONES CISTERNA-CIUDAD GUAYANA, ESTADO
BOLÍVAR.
JUNIO-JULIO 2010**

Asesoras:

Lic. Carmen Rodríguez
Lic. Yida Orellán

Trabajo de Grado presentado por:

Br. Ascanio, Karliani de los Angeles.
CI. 17 839 324
Br. Yánez Somoza, Elimar Melisa.
CI. 15 687 657

Como requisito parcial para optar al Título de Licenciadas en Bioanálisis

Ciudad Bolívar, Julio 2010

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVOS	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
METODOLOGIA	18
Diseño de la Investigación	18
Universo	18
Muestra.....	18
Materiales.....	18
Métodos.....	20
Recolección de la muestra (Norma Venezolana COVENIN 2614-94).....	20
Transporte de las muestras	20
Procesamiento de las muestras.....	21
Método Estadístico.....	24
RESULTADOS.....	25
Tabla 1.....	26
DISCUSIÓN	27
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

APÉNDICES.....	38
ANEXO.....	41

AGRADECIMIENTOS

A nuestra Universidad de Oriente por abrirnos las puertas y prepararnos para ser cada día mejores profesionales.

A la Licenciada Carmen Rodríguez, por su amistad, su paciencia y por compartir su tiempo y conocimientos con nosotras.

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

Al Sr. Domingo Mata por prestar su ayuda y su experiencia en la preparación de Medios de Cultivos.

A nuestra amiga Crismar Guerra por acompañarnos en esta travesía.

Mil gracias!!!

DEDICATORIA

A mi Dios, por ser mi compañero, mi guía, mi fortaleza, mi fé, y por poner en mi camino a las personas adecuadas para cumplir su obra.

A mi madre Delvalle Ascanio, por su amor, esfuerzo, apoyo incondicional y por ser mi columna vertebral. Mis logros también son suyos.

A mi viejo bello Rafael Ascanio, por ser mi maestro, por creer en mí y por permitirme ser su nieta consentida... “su oro en polvo” como solía decirme.

A mis hermanos Karla, Agnnie y Rafael por todo lo que hemos compartido y por estar en el lugar y en el momento justo en que los he necesitado. A mis sobrinos Jaime, Cirene, Camila y Ahinoa, por llenarme e impulsarme día a día.

A una familia especial, Raxel González, Maribel Ascanio y Raxel Jesús, por hacerme parte de ella, y por el cariño y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

A mi cuñada Mayelin León, por su valiosa amistad y por colaborar siempre conmigo al igual que el señor Jaime Echeverri.

A todos mis tíos y mis primos, los de sangre y los de corazón por aportar su granito de arena.

A mis amigos, los que estuvieron y los que han permanecido. En especial a Elimar Yáñez, Ysabel Maneiro, Enidel Abad, Tobianny Martínez y a la Licda. Glacelidys Rodríguez de Mago.

“Y a ti... que has sido el impulso que llega cuando he querido flaquear”.

Karliani de los A. Ascanio.

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por ser mi luz, mi compañero y mi guía en todo momento y ayudarme a alcanzar una de las metas más importantes.

A mis padres, Juan Yáñez y Elia Somoza de Yáñez por su confianza, cariño, paciencia y sobre todo su apoyo incondicional...más que mío, este logro es de ustedes. Los Amo!

A mi única hermana, Norelis Yáñez por su apoyo y cariño todo este tiempo.

A mis tíos y tías por todo su apoyo y cariño siempre.

A Katherine Poniestky. Gracias por su confianza, apoyo y por brindarme una mano amiga todo este tiempo para alcanzar esta meta.

A mi abuela, Juana de Yáñez y Luis A. Suaje porque desde el cielo sé que pueden ver el camino que he recorrido para alcanzar la meta que un día vieron comenzar.

Jonathan A. Suaje por toda su paciencia, apoyo y por cada palabra de aliento para seguir adelante cuando pensaba que el camino se me hacía difícil.

A Karliani Ascanio, mi compañera de tesis, por su amistad en todo momento y por compartir conmigo cada experiencia de este camino que es el final del principio de muchas metas más.

Elimar M. Yáñez S.

RESUMEN

CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE CAMIONES CISTERNA-CIUDAD GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR. JUNIO-JULIO 2010

Ascanio, Karliani de los Angeles y Yánez Somoza, Elimar Melisa

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

El agua para consumo humano, transportada en camiones cisterna puede convertirse en un vehículo para la transmisión y adquisición de diversas enfermedades, bien sea por contaminación de la fuente, manipulación inadecuada, deficiencias en la limpieza de las cisternas o almacenamiento en la unidad antes de su distribución. Este estudio tuvo como objetivo determinar la calidad bacteriológica del agua potable de camiones cisterna de Ciudad Guayana, estado Bolívar, en los meses de Junio y Julio de 2010. Fue una investigación cuantitativa, aplicada, descriptiva, transversal y de campo. Siguiendo los lineamientos de las Normas Venezolanas COVENIN se determinaron bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus spp.* y *Clostridium* sulfito-reductores. Se realizaron dos muestreos de 10 muestras cada uno; antes y después de la limpieza de los camiones, y 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 (2005) para la calidad bacteriológica de agua potable. Hubo ausencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium* sulfito-reductores y *Enterococcus spp.* en el 100% de las muestras. Se concluyó el agua analizada es apta para el consumo humano.

Palabras clave: Calidad bacteriológica del agua, camiones cisterna, coliformes en agua.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural, irremplazable e insustituible para la vida, la salud y el desarrollo social y económico, constituyendo un medio fundamental para la erradicación de la pobreza y debe ser manejada respetando la unidad del ciclo hidrológico. Es irregular en su forma de presentarse en el tiempo y en el espacio, de fácil vulnerabilidad y susceptible de usos sucesivos. El acceso a ella es un derecho humano fundamental, y disponer del agua es imprescindible para llevar una vida saludable. Sin embargo, del suministro mundial, sólo una pequeña porción se dispone como agua dulce para la población y no está distribuida de manera uniforme (Díaz *et al.*, 2001; Hartl, 2002; Porcú *et al.*, 2004; Tobón, 2004; Ley de Aguas, 2007).

Históricamente, la relación entre el uso del agua y el proceso salud-enfermedad se remonta a las culturas antiguas. El Antiguo Testamento presenta distintos relatos relacionados con las prácticas sanitarias del pueblo judío, en donde se menciona el uso de agua para la limpieza como por ejemplo: "la suciedad puede conllevar a la enfermedad". También se mencionan algunas precauciones para garantizar que los pozos se mantengan tapados, limpios y alejados de posibles fuentes de contaminación (Kottek, 1995).

Según la United States Environmental Protection Agency existen versiones del año 2000 A.C. sobre las tradiciones médicas de la India, y recomiendan que para prevenir enfermedades "el agua impura se debe purificar haciéndola hervir sobre el fuego, calentándola al sol, sumergiendo un hierro ardiendo dentro de ella o incluso mediante la filtración en arena o grava para luego enfriarla" (EPA, 1990). También existen los escritos realizados por el médico Hipócrates en el siglo IV A.C., así como su libro "Aires, aguas y lugares", en el cual se menciona la importancia que tienen las

fuentes de agua y sus características fisicoquímicas sobre la salud de la población (Alby, 2004).

La verdadera relación entre el binomio salud-enfermedad y el agua de consumo fue descrita en 1854 debido a los hallazgos epidemiológicos del Dr. John Snow, quien demostró que el causante de la transmisión de un "veneno mórbido" llamado "Cólera", era el agua de un pozo contaminado con materia fecal en Golden Square, Londres, proveniente de un portador de la India (Snow, 1991). Luego, en 1882 el Dr. Robert Koch aisló e identificó la bacteria *Vibrio cholerae* 01, causante de esta patología.

Entre los siglos XIX y XX, gracias a los trabajos de Chadwick y otros investigadores, al desarrollar sistemas de tratamiento de agua potable y aguas residuales se demostró la importancia que tiene poseer agua para consumo humano de calidad potable y una adecuada disposición de excretas, sobre la salud de la población (De Kruif, 1988). Estos hechos y el descubrimiento del grupo coliforme en las heces humanas y en agua contaminada, realizado por Theodor Escherich, marcaron el inicio de la evaluación de la calidad del agua a nivel mundial (Mc Junkin, 1985).

El suministro mundial de agua en todas sus formas bien sea líquida, sólida o vapor, es enorme. El 97% del volumen de agua en la tierra se encuentra en los mares y océanos, pero es demasiado salada para el consumo humano. El 34% del agua dulce disponible se encuentra en el hielo de los polos y en los glaciares, o es subterránea y resulta muy costoso extraerla (Tobón, 2004).

El agua es un recurso vital para los seres vivos, por tal motivo, su sistema de tratamiento debe ser evaluado y controlado periódicamente, para garantizar su calidad para el consumo humano. La disponibilidad del agua apta para la preparación de alimentos, la agricultura, la higiene personal y doméstica, es ideal para garantizar la

salud y el bienestar de los seres humanos. Es importante que el tratamiento 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 (Silva *et al.*, 2004).

En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, u otro tipo de fuentes naturales superficiales expuestas a la contaminación debido a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas. Existen diversos factores que influyen en la calidad del agua que consume una población. Entre éstos se encuentran la presencia o ausencia de fuentes de abastecimiento naturales; la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución de agua; los aspectos culturales y socioeconómicos y, por último, los factores políticos que afectan la normatividad relativa a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable (Sánchez-Pérez *et al.*, 2000).

Todo intento de evaluar la calidad de un cuerpo de agua determinado se vuelve imposible si previamente no han sido fijados el o los usos a los cuales está destinado el mismo. La vigente Ley de Aguas (2007) en su Artículo 60 cita: “El uso de las aguas debe adecuarse a la disponibilidad del recurso, a las necesidades reales de la actividad a la que se pretende destinar, al interés público y a las previsiones de los planes de gestión integral de las aguas”. La mayoría de los investigadores han acordado que la calidad bacteriológica del agua para bañarse no necesita ser tan alta como para beberla, pero que la primera debería ser mantenida razonablemente libre de bacterias de conocido origen patógeno. Sin embargo, nadar en aguas contaminadas puede ser peligroso; se puede contraer alguna enfermedad al ingerirla o desarrollar infecciones de oído, garganta u oculares por contacto con la misma (Acuña *et al.*, 2000; Castro, 2007).

Si bien los brotes de origen hídrico más numerosos y graves que han sido notificados se deben al consumo de agua de bebida, también se han registrado varios casos donde las aguas recreacionales protagonizaron un papel importante en la transmisión de agentes patógenos. En muchos casos se ha encontrado evidencia epidemiológica digna de confianza de que las infecciones microbiológicas han sido diseminadas por el contacto con el agua contaminada (Acuña *et al.*, 2000).

La contaminación del agua con excretas ha sido, a través del tiempo, una de las principales preocupaciones humanas. Por lo tanto, se puede inferir que la falta de un tratamiento adecuado de la misma 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).

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control, por lo que se deben implementar medidas de protección ambiental a fin de evitar el aumento de las enfermedades relacionadas con la calidad hídrica. El agua se convierte en un vehículo de transmisión de numerosos microorganismos, principalmente bacterias de origen intestinal, cuando se utiliza como medio de eliminación de excretas y otros desechos orgánicos. Es por esta razón que el control sanitario se realiza en función de la presencia de este tipo de bacterias (Ávila y Estupiñán-Torres, 2006).

En estas condiciones, el agua se convierte en un medio para la adquisición de diversas enfermedades en el ser humano tales como shigelosis, diarrea, leptospirosis, cólera, entre otras; por consiguiente, su análisis es vital si se desea descartar la presencia de microorganismos no deseables. Actualmente, existen descritas más de veinte enfermedades en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición,

algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad (Sánchez-Pérez *et al.*, 2000).

El estudio de la contaminación del agua con materia fecal es importante porque se puede determinar la presencia de microorganismos peligrosos que indican que la muestra estuvo expuesta a condiciones que pudieran favorecer la proliferación de esas especies patógenas al hombre. Estos grupos de microorganismos se denominan indicadores de calidad sanitaria; entre ellos están los coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos. (Silva *et al.*, 2004).

A nivel mundial, las directrices para establecer programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano son dictadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la define como aquella utilizada para beber, preparar alimentos y para la higiene personal. También la OMS es quien establece Guías para el Agua Potable sustentadas en parámetros físico-químicos y microbiológicos. Los primeros varían muy poco, mientras que los segundos son muy dinámicos y expresan contaminaciones agudas por medio de una gran variedad de microorganismos (OMS, 1995).

En términos de inocuidad, el agua para el consumo humano es aquella que pueda ser consumida y utilizada para todo uso doméstico habitual, incluyendo la higiene personal sin presentar ningún riesgo que pueda ser perjudicial a la salud humana. El agua potable será entonces aquella que cumple con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radioactivos que establecen las normas sanitarias de calidad del agua potable y que se considera apta para el consumo humano (Norma Venezolana COVENIN 2634:2002).

Desde el punto de vista de la salud, la contaminación más importante es la microbiológica y las fuentes de esa contaminación son las que deben vigilarse con

mayor atención. Ello significa que no solo se debe evaluar la calidad intrínseca del agua, sino también la calidad del servicio, entendiéndose así el agua y los elementos que la contienen o que sirven para su conducción, almacenamiento y entrega a los usuarios (Porcú *et al.*, 2004).

La existencia de agua potable segura, o libre de todo microorganismo patógeno y de bacterias características de la contaminación fecal, constituye un gran problema de salud pública en América Latina. En países en vías de desarrollo es importante y necesario realizar sistemáticamente estudios de la calidad bacteriológica del agua, principalmente en aquella destinada para beber y para otros usos en los que se encuentre en contacto directo con el cuerpo humano. Llevar a cabo estudios del agua de manera periódica, permite establecer su participación como vehículo transmisor de contaminantes biológicos responsables de daños a la salud (Figuroa *et al.*, 2005).

Un tratamiento eficiente que culmine en la desinfección debe producir agua sin bacterias coliformes, sin importar cuán contaminada haya estado el agua natural original. Sin embargo, aunque este elemento reúna las condiciones de potabilidad al ingresar al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, ya sea por contaminación del mismo sistema de distribución o por manejo intradomiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento en cisterna, tinacos u otros depósitos que pueden resultar defectuosos o manejados en forma inapropiada. La contaminación en estos casos puede ser tan peligrosa como la distribución de agua cuyo tratamiento haya sido insuficiente (Flores-Abuxapqui *et al.*, 1995).

Se ha comprobado que el agua se puede contaminar a través de la fuente o de los depósitos comúnmente empleados para almacenarla, puesto que estos representan un factor importante en la transmisión de enfermedades diarreicas; y por ende en el aumento de la morbilidad. Este suceso se presenta cuando los envases están mal

lavados, no están cubiertos de forma correcta o cuando utensilios o manos contaminadas entran en contacto con el agua (Silva *et al.*, 2004).

En la calidad del agua o en su contaminación contribuyen factores que intervienen en las diferentes fases del abastecimiento y que en el caso de las fuentes se refiere a la captación y conducción. Estos agentes pueden aumentar la probabilidad de que aparezca dicha contaminación, pudiendo afectar la potabilidad del agua. Entre ellos están la presencia cercana de excretas humanas y/o animales, empleo de material inadecuado en la construcción de fuentes de almacenamiento, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2003). Por su parte, la Ley de Aguas venezolana vigente (2007) define la contaminación de las aguas como “la acción y efecto de introducir materias en el agua que impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica”.

Para solventar problemas referentes al surtido de agua, muchos países han desarrollado el uso de tanques de suministro. Las instalaciones de almacenamiento y distribución de agua, ofrecen varios puntos vulnerables a la contaminación bacteriana y bajo ciertas condiciones al crecimiento de microorganismos contaminantes, especialmente bacilos Gram negativos; lo cual permite que los mismos desencadenen enfermedades al consumirla o utilizarla inadecuadamente (Perdomo *et al.*, 2001; Porcú *et al.*, 2004; Moreno, 2004).

Los suministros de agua potable deben ser microbiológicamente inocuos. Sin embargo, más de la mitad de la población mundial sigue ingiriendo agua que contiene bacterias patógenas de origen fecal y que pueden ser causantes de enfermedades que van desde una gastroenteritis leve hasta casos graves de disentería, cólera y fiebre tifoidea. Ante la dificultad que representa la detección de todas las bacterias patógenas, la opción lógica ha sido detectar aquellas que están presentes normalmente en las heces de los seres humanos y de los animales de sangre caliente, a las que se

denomina bacterias indicadoras de contaminación fecal (Flores-Abuxapqui *et al.*, 1995).

La presencia y extensión de contaminación fecal es un factor importante en la determinación del agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos, involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano. La contaminación fecal del agua potable puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales, bacterianos, virales y parasitarios cuya presencia está relacionada con enfermedades y portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en la comunidad (OPS, 1987).

A nivel internacional, en los diferentes laboratorios se deben aplicar criterios uniformes sobre la calidad microbiológica del agua. Los métodos normatizados internacionalmente deben evaluarse en condiciones locales antes de aplicarlos en los programas nacionales de vigilancia. Existen métodos reconocidos como los de la Organización Internacional de Normatización (ISO), los de American Public Health Association (APHA) y los del Department of Health and Social Security del Reino Unido, que son recomendados para ser utilizados en los exámenes sistemáticos (OMS, 1975).

En Venezuela, la Gaceta Oficial N° 5.021 publicada el 11 de octubre de 1995, sobre las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos en su Capítulo II, resalta que el criterio para evaluar la calidad microbiológica del agua potable, será la detección del grupo de los coliformes, la cual se realizará en muestras representativas captadas según lo establecido en todas las normas aplicables (MSDS, 1995).

La búsqueda de coliformes como indicadores de contaminación de origen fecal del agua es una práctica establecida desde hace muchos años. En 1895 se propuso una prueba de *Escherichia coli* como índice para determinar la potabilidad del agua de consumo, marcando así el uso de los coliformes como indicadores de patógenos, práctica que hasta hoy aplican muchos países para la calificación del agua potable. Hoy en día el uso de la prueba coliforme sigue siendo esencial para vigilar la calidad microbiana del agua en los sistemas de abastecimiento público y usado como indicador de la eficiencia del tratamiento (OPS, 1987; Jay, 1992).

La determinación de microorganismos intestinales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Entre ellos se encuentran los coliformes que son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de estos microorganismos en el suministro de agua es un indicio de que el mismo puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición (Porcú *et al.*, 2004).

Los coliformes son generalmente bacilos Gram negativos, 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* y especies lactosa positiva de otros géneros. Esto provee información importante sobre la fuente y el tipo de contaminación presente (Silva *et al.*, 2004).

El análisis de laboratorio para el control de la potabilidad del agua incluye las pruebas siguientes: cuenta de bacterias mesofílicas aerobias, estimación del número más probable (NMP) de organismos coliformes totales y fecales. Para considerar que una fuente de agua es potable desde el punto de vista bacteriológico, deberá dar como resultado menos de 200 colonias de mesófilos aerobios por ml de muestra, un

máximo de 2 organismos coliformes totales en 100 ml de muestra, y no contener organismos coliformes fecales en 100 ml de muestra (Flores-Abuxapqui *et al.*, 1995).

El grado de contaminación fecal se establece por la concentración de *E. coli*, que es el principal indicador de contaminación por materia fecal, pues en la práctica es difícil encontrar especies bacterianas, que en ausencia de este microorganismo deterioran la calidad microbiológica del agua. Por lo tanto, se considera que la detección e identificación de estos organismos como fecales o presunción de *E. coli* constituye una información suficiente como para estimar la naturaleza fecal de dicha contaminación (OPS, 1987; Hekman *et al.*, 1999).

Otros autores estiman que dependiendo de la carga bacteriana, *E. coli* no causa patología pero su presencia indica contaminación en sentido amplio, pues el agua no es su hábitat natural e incluso, algunos serotipos causan infecciones urinarias y gastroenteritis serias en infantes. Además, suele ser indicativo de que pudieran estar presentes otros patógenos, como *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, virus tipo Norwalk, rotavirus, etc., capaces de producir diversas enfermedades (Madrazo e Iriarte, 2005).

Entre los microorganismos que se usan como indicadores bacterianos de contaminación fecal están el grupo de coliformes que incluye coliformes fecales y *E. coli*, estreptococos fecales y clostridios reductores de sulfito, en especial *Clostridium perfringens*. Los coliformes fermentan la lactosa a temperaturas de 40°C ó 44,5°C; entre ellos se encuentran los del género *Escherichia* y en menor grado, algunas cepas de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. De estos organismos, solo *E. coli* tiene un origen específicamente fecal, pues está siempre presente en grandes cantidades en las heces humanas, de los animales y de los pájaros, y rara vez se encuentra en el agua o el suelo que no hayan sufrido algún tipo de contaminación fecal (OPS, 1987).

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).

En Venezuela los requisitos bacteriológicos exigidos por el Ministerio de Sanidad y Desarrollo Social, en su Artículo 9, Capítulo II, establecen que ninguna muestra de 100 ml deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales, el 95% de las muestras en 100 ml analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier periodo de doce meses consecutivos y que en ningún caso deberá detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 ml provenientes del mismo sitio (MSDS, 1998).

De la red de distribución se surten camiones cisterna que distribuyen el agua a sectores que carecen del servicio de agua potable. Son vehículos pesados, que poseen un tanque metálico utilizado para transportar agua para el consumo humano, el cual reúne las condiciones sanitarias necesarias que garantizan abastecimiento de un producto óptimo. Deben estar dotados de una tapa de cierre hermético y de tamaño tal que permita el acceso de una persona, válvula de entrega y salida, una manguera de material no tóxico, impermeable y resistente, un comparador de cloro, estar identificado mediante una enumeración, presentar como color diferente del vehículo el azul eléctrico y tener en el tanque un letrero de color blanco que diga “Agua Potable – Consumo Humano” (ISP, 1995).

En Venezuela, la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (2001) señala en el Artículo 6, que un servicio público de agua potable es la entrega de agua a los suscriptores o usuarios mediante la utilización de tuberías de agua apta para el consumo humano, así como los procesos asociados de captación, conducción, almacenamiento y potabilización; entre los cuales se encuentran los camiones cisterna. Por su parte, a nivel regional, el ISP del estado Bolívar a través de la División de Ingeniería Sanitaria indica directrices para la higienización de los camiones cisterna, como son: extraer el agua y limpiarlos periódicamente, desinfectarlos con cloro en la proporción de 50 mg/L antes de iniciar su utilización para el transporte de agua y después con una periodicidad mensual, dejándose en el depósito durante 30 minutos, vaciar el camión por la manguera y no por la válvula de limpieza, lavar el tanque con agua desinfectada y repetir el tratamiento con el cloro, lavar la parte exterior del tanque todos los días con agua proveniente de la fuente, la cual debe estar desinfectada, y que el tanque en cuestión no se utilice para el transporte de otras sustancias que puedan contaminarlo (ISP, 1995).

Diversos estudios han demostrado que la calidad de las fuentes de agua destinadas para el consumo humano ha representado una problemática importante para los investigadores. En España, López *et al.* (1993) evaluaron casos de gastroenteritis asociados a transmisión hídrica, notificando 21 casos positivos debido al consumo de agua contaminada de vertientes públicas, siendo factores contribuyentes los cortes frecuentes del suministro, la contaminación durante la construcción o reparación de las fuentes de almacenamiento y el tratamiento deficiente del agua. Las muestras tomadas de la red de distribución antes de la cloración no fueron aptas para consumo humano ya que excedieron los valores mínimos permitidos para coliformes fecales y totales en agua de consumo.

En México, Isaac-Márquez *et al.* (1994) evaluaron la calidad sanitaria de los suministros de agua (pozos) que abastecen a la población de la ciudad de Campeche, que consistió en la detección de bacterias mesófilas aerobias, organismos coliformes totales y fecales, así como en la inspección del entorno inmediato. El 80% y 60% de los suministros examinados presentaron niveles inaceptables de bacterias mesófilas aerobias y de organismos coliformes, respectivamente. Mediante una inspección realizada a los tanques de distribución del agua clorada, se observó que algunos no se encuentran cubiertos, lo que propicia que los residentes de la colonia donde se localizan dichos tanques se introduzcan total o parcialmente a ellos para asearse, ocasionando una contaminación adicional del agua que se distribuye a través de la red de abastecimiento.

Aguiar *et al.* (1996) en Cuba, realizaron un estudio sobre la calidad bacteriológica del agua en 4519 puntos claves establecidos en la red de distribución de las principales ciudades del país, asociado a enfermedades de transmisión digestiva. La calidad bacteriológica del agua fue muy deficiente todos los meses del año, con un promedio anual del 87%. A su vez, Fernández y Fernández (2007) evaluaron la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa, ya que los pobladores utilizaban esas fuentes para el consumo humano cuando falla la distribución de agua potable a través de la red hidrológica. Concluyeron que el agua estudiada no respondía a los requisitos establecidos en las normas para consumo humano por la presencia de coliformes fecales.

En Costa Rica, Valiente y Mora (2005) analizaron el agua proveniente de los acueductos que abastecen a comunidades de ese país, asociados con brotes de diarrea. Se presentaron 115 casos de diarrea reportados como de posible origen hídrico. Dentro de los géneros bacterianos más comúnmente aislados en las muestras de agua se encontraron *Escherichia coli*, *Samonella spp.*, *Shigella sp.*, *Enterobacter sp.*,

Citrobacter sp., *Serratia sp.*, *Providencia sp.*, *Proteus sp.*, *Klebsiella sp.*, *Aeromonas hydrophila* y *Pseudomonas spp.*

Venezuela también ha sido fuente de inspiración para muchos investigadores que se han basado en estudios relacionados con la calidad microbiológica del agua almacenada. Madrazo e Iriarte (2005) evaluaron la condición del agua para beber y preparar alimentos de la población Warao, en Tucupita, estado Delta Amacuro. En cinco muestras se hallaron coliformes totales en el primer muestreo y en seis en el segundo muestreo. *Escherichia coli* fue detectada en la mitad de las muestras en ambos períodos. El estado de mantenimiento de los tanques era bueno en cinco lugares. La periodicidad de limpieza era trimestralmente en seis sitios, semestralmente en uno y en el último una vez al año. Sólo en un lugar se disponía del agua a través de un grifo. En tres lugares almacenaban el agua en envases plásticos y en cuatro lugares más usaban cualquier vasija disponible.

Gravano y Ruíz (2003) en el municipio Independencia, estado Anzoátegui estudiaron el agua de los manantiales de esa región, y hallaron que todas las muestras analizadas presentaron coliformes fecales y totales, y en el 44% se detectó la presencia de trofozoítos y quistes compatibles con amebas de vida libre del género *Naegleria spp.*, abundantes bacterias y ausencia de otros parásitos, constituyendo un riesgo de salud pública para las personas que utilicen esas fuentes.

Mujica y Solís (2006) en Puerto Ordaz, estado Bolívar, determinaron los indicadores bacteriológicos de la calidad sanitaria del agua de consumo del Hospital Uyapar y evaluaron el agua que se almacenaba en tanques. Evidenciaron presencia de coliformes totales (12,5%) y coliformes fecales (5%) en las muestras de los servicios clínicos y determinaron la presencia de clostridium sulfito-reductores en uno de los tanques evaluados así como también en el servicio de Retén. Sugirieron limpieza periódica y mantenimiento de los depósitos de agua potabilizada.

Díaz *et al.* (2001) en Ciudad Bolívar, realizaron un estudio bacteriológico y micológico del agua potable de los tanques de almacenamiento de los edificios de la urbanización Vista Hermosa I y señalaron que el 22,72% de las muestras resultaron positivas para coliformes fecales (2 NMP/100ml) y 72,28% resultaron negativas, indicando la existencia de contaminación fecal reciente con la posibilidad de patógenos acompañantes.

Alvarez y Mota (2007) evaluaron la calidad bacteriológica del agua de consumo de tanques aéreos en los servicios Cirugía I y II, Ginecología y Perinatología del Complejo Hospitalario Universitario “Ruíz y Páez”, las cuales se surten de fuentes de almacenamiento, concluyendo que el agua de los mismos fue apta para el consumo humano. De igual manera Cordoliani y Moreno (2009) analizaron bacteriológicamente el agua de los servicios Unidad de Cuidados Coronarios e Intensivos, Traumatología y Banco de Leche de ese mismo centro de salud, evidenciando resultados similares.

Mora y Cedeño (2006) trabajaron con el análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua en las etapas de tratamiento en la planta de potabilización Angostura de Ciudad Bolívar, estado Bolívar. Determinaron que el descenso de coliformes fecales en muestras de aguas sedimentadas y la ausencia en muestras filtradas, da lugar a que la potabilidad del agua se encuentre dentro de la escala aceptable. La dosificación de coagulante y los mecanismos de mezclado operan inadecuadamente dando lugar a inestabilidades químicas con tendencias de corrosión.

En vista de que aun estando potabilizada el agua, ésta puede contaminarse en el proceso de almacenamiento y distribución a los usuarios finales, actuando como vehículo de diversas enfermedades, se consideró necesario realizar un estudio sobre la calidad bacteriológica del agua de camiones cisterna que distribuyen el vital líquido a diversas zonas de Ciudad Guayana.

JUSTIFICACIÓN

El agua tiene una estrecha relación con la vida humana, por su utilidad directa y por ser un elemento esencial para la conservación del ecosistema. Tener acceso a agua segura es fundamental para la salud de las personas, si está contaminada se convierte en uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades que pudieran afectar a los grupos más desprotegidos de la población, entre ellos, a los niños y ancianos (Gómez *et al.*, 2006).

Los camiones cisterna son fuentes de almacenamiento y conducción de agua potable, por lo tanto deben examinarse periódicamente, ya que pueden actuar como fuente de contaminación hídrica y a su vez como vehículos transmisores de contaminantes biológicos. En condiciones deficientes de higiene, el agua que distribuyen puede ser causante de enfermedades que se pueden adquirir por ingestión o por contacto directo con el agua. Lo anterior conllevó a realizar esta investigación para constatar la calidad bacteriológica del agua que distribuyen estos camiones y del servicio que prestan a la comunidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la calidad bacteriológica del agua potable de camiones cisterna en Ciudad Guayana, estado Bolívar. Junio-Julio 2010.

Objetivos Específicos

- Cuantificar bacterias mesófilas aerobias en el agua potable de camiones cisterna en Ciudad Guayana, estado Bolívar.
- Determinar la presencia de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* en el agua potable de camiones cisterna en Ciudad Guayana, estado Bolívar.
- Establecer la presencia de *Clostridium*, *Enterococcus* y *Pseudomonas* en el agua potable de camiones cisterna en Ciudad Guayana, estado Bolívar.

METODOLOGIA

Diseño de la Investigación

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

Universo

El universo estuvo representado por todos los camiones cisterna (10) que se surten del Acueducto Industrial Villa Bahía en Ciudad Guayana, estado Bolívar.

Muestra

La muestra estuvo conformada por 100 ml de agua de 10 camiones cisterna que se surten del Acueducto Industrial Villa Bahía en Ciudad Guayana, estado Bolívar.

Materiales

Frascos de vidrio estériles 250 ml.

Encendedor de propano.

Marcadores.

Tirro.

Guantes.

Tapa boca.

Cava portátil.

Placas de Petri.

Tubos de Ensayo.

Gradillas.

Pipetas serológicas de 1, 5, y 10 ml.

Asas microbiológicas.

Mechero de Bunsen.

Lámpara UV.

o Medios de cultivo (marca comercial, HiMedia® Laboratorios)

Agua peptonada al 0,1%

Agar Plate Count.

Caldo lauril sulfato triptosa.

Caldo Lactosa Bilis 2% Verde Brillante (CLBVB).

Caldo *Escherichia coli* (EC).

Agar eosina azul de metileno (EMB).

Agar SPS con parafina líquida.

Agar Cetrimide.

Agar M-*Enterococcus*.

o Reactivos

Fenol al 5%.

Tiosulfato de sodio al 10%.

Coloración Gram.

Prueba IMVIC.

o Equipos

Baño de María marca comercial Memmert 10 lt.

Estufa marca Gemmy 35 lt.

Autoclave marca Felisa.

Nevera.

Contador de colonias.

Métodos

Se solicitó autorización a cada propietario de camión cisterna para la recolección de las muestras de agua. Se diseñó un instrumento para la administración de los datos experimentales (Apéndice A) y otro para la emisión de los resultados (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 de los camiones sólo se tomaron muestras de aquellos que no presentaron fugas entre el vástago y la manguera para evitar contaminación. La muestra se tomó de la manguera surtidora. Se dejó drenar el agua durante 5 min y se cerró la salida de agua para desinfectar el extremo 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 camión cisterna, uno antes del proceso de limpieza e higienización y el otro un día después de la limpieza.

Transporte de las muestras

El traslado de las muestras de agua recolectadas de los camiones cisterna 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. Fueron procesadas siguiendo el procedimiento según Normas COVENIN y Normas APHA.

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 incubó 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 Número más probable 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 mezclaron 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 transferiría una asada del cultivo a tubos con que contendrían caldo lactosa bilis verde brillante (2%) (CLBVB), con tubo de fermentación invertido. Se incubarían a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 h. Con el número de tubos positivos en esta prueba, es decir, aquellos que presentasen gas en el tubo Durham y/o turbiedad en el medio de cultivo, se calcularía el número más probable de bacterias coliformes (NMP) por 100 ml de muestra según la tabla NMP para 5 tubos inoculados con 10 ml (Anexo 1). En el caso de los tubos negativos el resultado se expresaría como “menos de 2,2 NMP/100 ml”; y en caso de todos positivos como “mayor de 16 NMP/ml”.

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

De cada tubo con gas en caldo lauril sulfato triptosa se inocularía con un asa de 3 mm a tubos con caldo para enriquecimiento de coliformes (EC) previamente temperados a $45^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Se incubarían en baño de agua a $45^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ durante 24h. Se tomaría nota de los tubos con gas para llevar los resultados a la tabla de NMP para 5 tubos inoculados con 10 ml (Anexo 1).

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

Se efectuaría en base a los tubos positivos obtenidos en la determinación de coliformes fecales, a partir del caldo EC mediante siembra por estría en agar levine eosina azul de metileno. Las placas se incubarían a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 a 48h. Seleccionando las colonias violeta oscuro o negro, con o sin brillo verde metálico, se subcultivan en tubos con agar nutritivo para la obtención de un cultivo puro. Se incubarían a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $24 \pm 2\text{h}$. Se usaría tinción de Gram para observar morfología y pureza del cultivo. Posteriormente se realizarían 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. Serían positivos 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 (II)</i>	-	+	-	-

Los tubos que generen cultivos con las características anteriores se anotarían como positivos para leerlos en 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 evidenció por crecimiento de colonias de color verde 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 evidenció por crecimiento de colonias en el medio.

8. Recuento de clostridium 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 sellaron con parafina líquida y se incubaron a 37°C por 24-48 h. La positividad se observó 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, 2005).

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 presenta el recuento de bacterias mesófilas aerobias del agua de consumo de los camiones cisterna que se surten del Acueducto Industrial Villa Bahía de Ciudad Guayana, estado Bolívar. Se puede apreciar que el máximo contaje obtenido para bacterias mesófilas aerobias fue de $1,4 \times 10$ UFC/ml, en las demás muestras también se evidenciaron recuentos menores a 100 UFC/ml.

Con respecto a las determinaciones de coliformes totales, fecales y *E. coli*, hubo ausencia en el 100% de las muestras de agua de consumo analizadas (n=10), a las 24 y 48 horas de incubación; no se observó turbidez ni presencia de gas en ninguna de las muestras pertenecientes a los camiones cisterna, expresándose esta negatividad como $\leq 2,2$ NMP/ml.

Con relación a los demás indicadores de contaminación en el agua potable como son *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus spp* y *Clostridium spp*, ninguno de estos fueron hallados en las muestras de agua analizadas.

Tabla 1

Bacterias aerobias mesófilas en el agua de consumo de los camiones cisterna.
Acueducto Industrial Villa Bahía - Ciudad Guayana, estado Bolívar. Junio - Julio
2010

Bacterias Mesófilas (UFC/ml)				
Camión Cisterna	Primer muestreo (Antes de la limpieza)	Segundo muestreo (Después de la limpieza)	n	%
A	8	1	2	10
B	2	0	2	10
C	3	0	2	10
D	6	0	2	10
E	0	0	2	10
F	7	0	2	10
G	1	0	2	10
H	7	0	2	10
I	1,4 x10	1	2	10
J	4	0	2	10
TOTAL			20	100%

Límite máximo permisible para aerobios mesófilos ≤ 100 UFC/ ml (OMS, 2005)

DISCUSIÓN

Cabe destacar que no se hallaron publicaciones en revistas científicas sobre estudios acerca de la calidad bacteriológica del agua en camiones cisterna, ni en aguas almacenadas en el estado Bolívar.

Tener acceso al servicio de agua potable segura es fundamental para la salud de las personas, si está contaminada se convierte en uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades. El agua de los camiones cisterna puede estar vulnerable a tal contaminación.

Con relación al estudio bacteriológico del agua realizado a los camiones cisterna que se surten del Acueducto Industrial Villa Bahía se obtuvo que el conteo de bacterias aerobias mesófilas no excedió el límite permisible por la OMS (2005) que es ≤ 100 UFC/ml, lo cual coincide con los estudios realizados por Mujica y Solís (2006) en el Hospital Uyapar de Puerto Ordaz, Álvarez y Mota (2007) en el Hospital “Ruiz y Páez” de Ciudad Bolívar, y Cordoliani y Moreno (2009) en el mismo centro asistencial, quienes tampoco hallaron recuento de mesófilos fuera de los valores de referencia en los tanques de almacenamiento de agua. En cambio difieren de los resultados de Marcano y Zan (2007) quienes encontraron bacterias aerobias mesófilas en el 25% de las muestras de agua de tanques residenciales.

Por otra parte, hubo ausencia de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* en el 100% de las muestras; esto concuerda con los hallazgos de Mujica y Solís (2006), Álvarez y Mota (2007), García y Mora (2007), y Cordoliani y Moreno (2009), quienes reportaron resultados similares para estas determinaciones. Sin embargo, lo anterior difiere de la investigación que efectuaron Díaz *et al.* (2001) quienes hallaron coliformes totales en un 68% y coliformes fecales en el 23% de las

muestras analizadas, y con los de Marcano y Zan (2007) quienes hallaron un 5% de coliformes totales.

La ausencia de *Enterococcus* spp, *Pseudomonas aeruginosa* y *Clostridium perfringens* en el 100% de las muestras de agua analizadas, coincide con los criterios de agua potable que dictamina la OMS (2005) para agua de consumo humano y coincide con los análisis bacteriológicos realizados sobre tanques de almacenamiento de agua en el estado Bolívar, anteriormente mencionados.

CONCLUSIONES

- El agua de los camiones cisterna que se surten del Acueducto Industrial Villa Bahía cumple con los estándares de calidad establecidos por la OMS, por lo tanto se considera apta para consumo humano.
- La ausencia de bacterias indicadoras y patógenas en el agua potable estudiada expresa la ausencia de contaminación fecal permanente y reciente.
- El proceso de desinfección e higiene que se realiza a los camiones cisterna garantiza agua segura bacteriológicamente a los usuarios finales de este servicio.

RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones similares en otros puntos de surtido de agua potable para distribución en camiones cisterna.
- Educar a la población sobre el manejo y mantenimiento adecuado de fuentes de almacenamiento de agua intradomiciliaria y sobre el uso de los distintos tipos de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, N., Meyer, R., Haye, M., Lerman, B. 2000. Contaminación bacteriana en aguas recreacionales. Factores intervinientes. [En línea]. Disponible: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/argcca007.pdf> [Noviembre, 2009].
- Aguiar, P., Sola, F., Cepero, J. 1996. Agua y enfermedades de transmisión digestiva en Cuba durante 1996. La Habana. Cuba. Disponible: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/puertorico/xxx.pdf> [Diciembre, 2009].
- Alby, J. 2004. La concepción antropológica de la medicina hipocrática. Universidad Adventista del Plata. Buenos Aires. Argentina. Rev Enfoques 16(1)5-29.
- Álvarez, M., Mota, F. 2007. Calidad bacteriológica del agua de consumo en los servicios Cirugía I y II, Ginecología y Perinatología. Complejo Hospitalario Universitario “Ruíz y Páez”. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Trabajo de Grado. Dpto. de Parasitología y Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. U.D.O. pp 32 (Multígrafo).
- 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.
- Ávila, S., Estupiñán-Torres, S. 2006. Calidad bacteriológica del agua del humedal de Jaboque, Bogotá, Colombia. Pub Cald. 28(1):67-78.
- Castro, H. 2007. Biología marina. Edit Mc Graw-Hill. Madrid. España. 6ª ed. pp 486.

- 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. Tesis de Grado. Dpto. de Parasitología y Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. U.D.O. pp 34 (Multígrafo).
- De Kruif, P. 1988. Los cazadores de microbios. México. Edit Época S.A. 7ª ed. pp 982.
- Díaz, J., Febres, I., Pérez, A. 2001. Estudio bacteriológico y micológico del agua potable en los edificios de la urbanización Vista Hermosa I. Ciudad Bolívar. Estado Bolívar. Tesis de Grado. Dpto. de Parasitología y Microbiología. Esc. Cs Salud. Bolívar. U.D.O. pp 41 (Multígrafo).
- EPA. 1990. United States Environmental Protection Agency. Environmental Pollution Control Alternatives: drinking water treatment for small communities. Cincinnati. pp85.
- Fernández, M., Fernández, O. 2007. Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa, Cuba. Geol y Min. 23(4):1-10.
- Figueroa, E., García, N., Lerna, I. 2005. Calidad bacteriológica del agua en consultorios dentales privados del municipio de Naucalpan y delegación Gustavo Madero. Rev ADM [Serie en línea]. 13(1309). Disponible en: http://odontologia.iztacala.unam.mx/instrum_y_lab1/otros/ColoquioXVII/contenido/cartel/cartel_11w.htm [Septiembre, 2009].

Flores-Abuxapqui, J., Suárez-Hoil, G., Puc-Franco, M., Heredia, M., Vivas-Rosel, M., Franco-Monsreal, J. 1995. Calidad bacteriológica del agua potable en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Rev Bio Med.* 6(3):127-134.

García, A., Mora, V. 2007. Evaluación físico-química y bacteriológica de las descargas sobre el río Orinoco y su influencia sobre la calidad del agua potable de Ciudad Bolívar, estado Bolívar. Tesis de Grado. Ciencias de la tierra. UDO. pp 36 (Multígrafo).

[Gómez, Y., González, M., Chiroles S., García C.](#) 2006. Calidad microbiológica del agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología. La Habana, Cuba. [Serie en línea]. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/hie/vol44_1_06/hie03106.htm [Diciembre, 2009].

Gravano, R., Ruíz, A. 2003. Amebas de vida libre en aguas de manantiales del Municipio Independencia. Estado Anzoátegui. Tesis de Grado. Dpto. de Parasitología y Microbiología. Esc. Cs. Salud. Bolívar. U.D.O. pp 35 (Multígrafo).

Hartl, G. 2002. OMS. Organización Mundial de la Salud. Agua para la salud: un derecho humano. GINEBRA. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/pr91/es/index.html>. [Diciembre, 2009].

Hekman W., Heijnen C., Trevors J., Van J. 1999. Water flow induced transport of *Pseudomonas fluorescens* cells through soil columns as affected by inoculant treatment. *FEMS Microb. Ecol.* 13(4):313-326.

ISP. 1995. Instituto de Salud Pública del Estado Bolívar: Normas sanitarias para el control de agua potable transportada en cisternas. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 35.827. Caracas. Venezuela. pp 5.

- Isaac-Márquez, A., Lezama-Dávila, C., Ku-Pech, P., Tamay-Segovia, P. 1994. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. *Rev Salud Pub.* 36(6):655-661.
- Jay, J. 1992. *Microbiología Moderna de los Alimentos*. 3ª ed., Acribia S.A. Zaragoza. España. Pp 338
- Kottek, S. 1995. Gems from the Talmud: public health–water supplí. *Isr J Med Sci.* 4(138):225-255.
- Ley de Aguas. 2007. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*. N° 38.595. Caracas. Venezuela.
- Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento. 2001. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*. N° 5.568.
- López, B., Jiménez, A., Maeso, J., Linares, M., Arroyo F. 1993. Brote de transmisión hídrica. Estudio de casos y controles. pp 239-245. Disponible en: <http://www.insacan.org/raevao/anales/1994/articulos/07-1994-14.pdf> [Enero, 2009].
- Madrazo, J., Iriarte, M. 2005. Condición del agua para beber y preparar alimentos de la población Warao de la Barra de Makareo, Municipio Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela. *Rev INHRR.* 36(1):13-20.
- Marcano, Y., Zan, A. 2007. Calidad sanitaria del agua potable de los tanques del conjunto residencial Bloques de la Paragua. Ciudad Bolívar. Estado Bolívar. Junio-Julio 2006. Trabajo de Grado. Departamento de Microbiología y Parasitología. Escuela de Ciencias de la Salud. UDO Bolívar. pp 38 (Multígrafo).

- Mc Junkin, E. 1985. Agua y Salud Humana. Lima, Perú. OMS/OPS. pp 118.
- Mora, V., Cedeño, J. 2006. Determinación Fisicoquímica y Bacteriológica del Agua en las Etapas de Tratamiento en Planta de Potabilización. Univ Cien Tecn. 10(37):41-45.
- Moreno, S. 2004. Carga microbiana en abastecimiento de agua de la Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdova” Santiago. Trabajo de Grado. Departamento de Microbiología. Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdova”. pp 6 (Multígrafo).
- MSDS. 1995. Ministerio de Sanidad y Desarrollo Social de Venezuela. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. N° 5.021 Caracas. Venezuela. pp 23.
- MSDS. 1998. Ministerio de Sanidad y Desarrollo Social de Venezuela. Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. N° 36.395. Caracas. Venezuela. pp 8.
- Mujica, M., Solís, M. 2006. Indicadores bacteriológicos de la calidad sanitaria del agua de consumo de Hospital Uyapar. Puerto Ordaz. Estado Bolívar. Tesis de Grado. Dpto. de Parasitología y Microbiología. Esc. Cs Salud. Bolívar. U.D.O. pp 31 (Multígrafo).
- Norma Venezolana COVENIN 902-87. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri. Fondonorma. Caracas. Venezuela.
- Norma Venezolana COVENIN 1126-89. Preparación de medios de cultivo para estudio microbiológico. 1ra revisión. 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 2614-94. Calidad del agua y procesamiento de muestras para determinación de coliformes fecales. 1ra revisión. 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.
- Norma Venezolana COVENIN 2634:2002. Aguas naturales, industriales y residuales. 1ra Revisión. Fondonorma. Caracas. Venezuela.
- OMS. 1975. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del agua potable. 2º ed. Cap. 2:8-19.
- OMS. 1995. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del agua potable. Ginebra, Organización Panamericana de la Salud. 1:1-189.
- 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/ [Abril, 2010].
- OPS. 1987. Organización Panamericana de la Salud. Guía para la calidad del agua potable. Publicación científica. 506(2):3-17.
- Perdomo, C., Casanova, D., Ciganda, V. 2001. Contaminación de aguas subterráneas con nitrato y coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. *Rev Agro Cien.* 5(1): 10-22.
- Porcú, E., Salcedo, A., Vergara, J., Díaz, A. 2004. Control bacteriológico de agua almacenada en tanques o reservorios ubicados en establecimientos escolares de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. [En Línea]. Disponible: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica/Alimentos/Control%20Bacteriologico.pdf>. [Septiembre 2008].

- Rodríguez, A., Novoa, M., Mieres, M., Herrera, R., González, Y. 2003. Determinación de coliformes totales y *E. coli* en aguas utilizando el fluorocult LMX (MERCK) I: Comparación con los medios de cultivo tradicionales. La Habana, Cuba. *Rev Ing Hid Amb.* 24(3):15-20.
- Sánchez-Pérez, H., Vargas-Morales, M., Méndez-Sánchez, J. 2000. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta migración de Chiapas, México. *Rev Sal Púb Méx.* 42(5):397-406.
- Silva, J., Ramírez, L., Alfieri, A., Rivas, G., Sánchez, M. 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 Mic.* 24(1-2):46-49.
- Snow J. 1991. Sobre el modo de transmisión del Cólera. Ciudad de México. *Sal Pub de Méx.* 33(002):196-201
- Tobón, O. 2004. Generalidades del agua. [En línea]. Disponible: <http://www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID72.pdf>. [Octubre 2009].
- Valiente, C., Mora, D. 2005. Estudio bacteriológico del agua asociado a brotes de diarrea en Costa Rica. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). Sección Uruguay. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio. Montevideo. pp 1-8.

APÉNDICES

APÉNDICE B



Reporte de los Resultados del Análisis Bacteriológico del Agua.

N° de muestra: Fecha de toma de muestra: Hora de toma de muestra: Fecha de Análisis:	Localidad: Procedencia: Punto de muestreo: Tipo de muestra:
Encargado de la toma de muestra:	

*La ausencia de coliformes totales y fecales debe expresarse como $<2,2$ NMP/100ml

Análisis	Resultados	Unidades	Limite max. permisible agua Potable	Limite max. Permisible agua natural
Aerobios mesófilos 37°C		UFC/ml	≤ 100 UFC/ml	≤ 200 UFC/ml
Coliformes totales		NMP/100ml	$\leq 2,2$ UFC/100ml	≤ 10.000 UFC/100ml
Coliformes fecales		NMP/100ml	$\leq 2,2$ UFC100/ml	≤ 10.000 UFC/100ml
<i>Escherichia coli</i>		UFC/ml	Ausentes	Ausentes

(Norma Venezolana COVENIN 3047-93).

Interpretación de Resultados:

 Firma del Analista de Control de
 Calidad

ANEXO

ANEXO 1

Indices de NMP y límites de confianza de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos, cuando se utilizan tubos inoculados con 10 ml de muestra

N° de tubos inoculados	Índice NMP/100 ml	Límites de confianza de 95%	
		Inferior	Superior
0	$\leq 2,2$	0	6
1	2,2	0,1	12,6
2	5,1	0,5	19,2
3	9,2	1,6	29,4
4	16	3,3	52,9
5	≥ 16	8	Infinito

Fuente: Norma Venezolana COVENIN 3047-93

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE CAMIONES CISTERNA-CIUDAD GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR. JUNIO-JULIO 2010
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Ascanio., Karliani de los A.	CVLAC	17.839.324
	e-mail	Karliani80@hotmail.com
Yáñez S., Elimar M.	CVLAC	15.687.657
	e-mail	Emys08@gmail.com

Palabras o frases claves:

Calidad Bacteriológica del agua

Camiones Cisterna

Coliformes en agua

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Dpto. de Parasitología y Microbiología	Bacteriología

Resumen (abstract):

El agua para consumo humano, transportada en camiones cisterna puede convertirse en un vehículo para la transmisión y adquisición de diversas enfermedades, bien sea por contaminación de la fuente, manipulación inadecuada, deficiencias en la limpieza de las cisternas o almacenamiento en la unidad antes de su distribución. Este estudio tuvo como objetivo determinar la calidad bacteriológica del agua potable de camiones cisterna de Ciudad Guayana, estado Bolívar, en los meses de Junio y Julio de 2010. Fue una investigación cuantitativa, aplicada, descriptiva, transversal y de campo. Siguiendo los lineamientos de las Normas Venezolanas COVENIN se determinaron bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* spp. y *Clostridium sulfito-reductores*. Se realizaron dos muestreos de 10 muestras cada uno; antes y después de la limpieza de los camiones, y 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 (2005) para la calidad bacteriológica de agua potable. Hubo ausencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium sulfito-reductores* y *Enterococcus* spp. en el 100% de las muestras. Se concluyó el agua analizada es apta para el consumo humano.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Rodríguez., Carmen	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U
	CVLAC	8871518
	e-mail	carmenrb@gmail.com
Orellan., Yida	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U
	CVLAC	4404887
	e-mail	yidavorellan@hotmail.com
Blanco., Ytalia	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U
	CVLAC	8914874
	e-mail	ytaliablanca@hotmail.com
Canonicco., Reina	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U
	CVLAC	5311108
	e-mail	reinacr@gmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2010	08	11

Lenguaje: Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis.CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE DE CAMIONES CISTERNA-CIUDAD GUAYANA, ESTADO BOLÍVAR. JUNIO-JULIO 2010.doc	MS.doc

Alcance:

Espacial: Agua potable de camiones cisterna de de instituciones publicas y particulares de Ciudad Guayana, estado Bolívar,

Temporal: 5 años

Título o Grado asociado con el trabajo: Lic. en Bioanálisis

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciatura

Área de Estudio: Dpto. de Parasitología y Microbiología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

Los autores garantizamos en forma permanente a la Universidad de Oriente el derecho de archivar y difundir, por cualquier medio, el contenido de esta tesis.

Esta difusión será con fines estrictamente científicos y educativos, pudiendo cobrar la Universidad de Oriente una suma destinada a recuperar parcialmente los costos involucrados. Los autores nos reservamos los derechos de propiedad intelectual así como todos los derechos que pudieran derivarse de patentes industriales o comerciales.

AUTOR
Ascanio Karliani

AUTOR
Yáñez Elimar

JURADO
Lcda. Ytalia
Blanco

TUTOR
Lcda. Carmen
Rodríguez

JURADO
Dra. Reina
Canónico

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS: